

Implementação de metodologias Lean numa linha de enchimento de bebidas

Graça Maria Soares Pereira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Carlos Bragança Oliveira



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2018-02-01

À minha família

Resumo

O presente projeto de dissertação foi desenvolvido numa indústria cervejeira com o objetivo de aumentar a eficiência operacional de uma linha de enchimento de garrafas, atuando na redução de tempos de *setup*.

A recente reestruturação do mercado de exportação da empresa provocou o aumento da diversidade de produtos processados, com o consequente reajustamento da linha de produção, sempre que se muda de produto. O facto das linhas de enchimento não estarem preparadas para esta nova realidade, requer a sua otimização, de forma a reduzir os tempos de *setup*.

As ferramentas Lean, como estratégia de melhoria de processos industriais, têm sido amplamente usadas nas mais diversas áreas a nível mundial, com reconhecido sucesso. Por esta razão, foi estudada a sua aplicação na optimização do processo em estudo, utilizando-se a metodologia SMED como ferramenta de redução estruturada do tempo de *setup* do processo de enchimento.

O processo de enchimento da linha foi analisado e identificados os fatores passíveis de introduzir variabilidade de tempo numa mudança de produto. Foi dada particular atenção aos tipos de mudança mais críticos, nomeadamente a mudança de tara, a mudança de cápsula e a mudança simultânea de tara e cápsula. Focou-se também no *bottleneck* desses tipos de mudança, ou seja, identificou-se o equipamento onde o tempo *setup* era mais demorado, que se verificou ser a enchedora. Seguiu-se a classificação do processo de mudança *as is*, isto é, identificou-se a duração do *setup* das enchedoras antes do desenvolvimento do presente projeto.

Implementando a metodologia SMED, foram sugeridas oportunidades de melhoria nas diversas operações envolvidas no *setup*, tal como a substituição da ferramenta de aperto dos pistões de capsulagem, e foram definidos procedimentos operacionais *standard* para que pudessem ser sequenciadas de forma otimizada. Após a introdução das melhorias sugeridas foi possível definir o processo de mudança *to be*, isto é, a duração do *setup* das enchedoras após o desenvolvimento do projeto. Assim, reduziu-se o tempo da mudança de tara, da mudança de cápsula e da mudança de tara e cápsula em 59%, 54% e 45%, respetivamente.

Implementation of Lean methodologies in a beverage filling line

Abstract

This dissertation project was developed in a brewing industry in order to increase operational efficiency of a bottle filling line by reducing setup times.

The recent restructuring of the export market of the company has increased the diversity of products, with the consequent readjustment of the production line. The filling lines are not prepared for this new reality, so they require optimization, in order to reduce setup times.

The lean tools have been widely used as a strategy for improving industrial processes, with recognized success. For this reason, it was studied its application in the optimization of the process under study, using the SMED methodology as a tool to reduce setup times.

The filling process was analyzed and the factors responsible for the time variability of the changeover process were indentified. It was given special attention to the most critical types of setups, namely the change of size, the change of capsule and the simultaneous change of both. It was also identified the bottleneck of these types of changeover processes, which was the filler. This was followed by the identification of the setup times before the development of the present project.

By implementing the SMED methodology, it was suggested improvement opportunities in the operations involved in the setup, such as the replacement of the tool responsible for campling the capsulator machine. It was also developed operational standard procedures to present the optimized sequence of the operations. Then, it was possible to define the setup times after the development of this project.

The setup times of the change of size, the change of capsule and the change of both size and capsule were reduced 59%, 54% and 45% respectively.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, à Super Bock Bebidas, S.A, pela oportunidade dada para o desenvolvimento da presente dissertação, disponibilizando sempre todos os recursos necessários. Ao meu orientador na empresa, Fábio Oliveira, obrigada pelo apoio e confiança.

Às minhas colegas de estágio, Isabel e Mafalda, agradeço os momentos dentro e fora do *gamba* e especialmente a amizade criada. Ao Pedro Costa Pereira e ao José Miguel Beira, obrigada pela motivação, companheirismo e ajuda. Nunca teria sido uma experiência tão gratificante sem vocês.

Não poderia deixar de agradecer à fantástica equipa do serviço de enchimento por toda a integração proporcionada: ao Paulo Magalhães, ao Paulo Teixeira, à Fátima Henriques, ao Licínio Sousa e ao Albino Marques.

Agradeço também a todos os colaboradores da linha 5 pela cooperação, ajuda e paciência; em particular ao Nelson Pinto, pela dedicação, bons conselhos e orientação.

Ao meu orientador da FEUP, o Professor Carlos Oliveira, obrigada pelo acompanhamento, disponibilidade e preocupação constantes.

Embora nunca lhes consiga agradecer verdadeiramente, muito obrigada aos meus pais, por serem os pilares de tudo o que consigo alcançar, nesta e em todas as etapas; e por representarem os melhores modelos a seguir.

Obviamente, um enorme obrigada à minha irmã, que é a maior motivação para me tornar num orgulho tão grande como o que ela representa para mim.

Obrigada a toda a minha família, especialmente aos meus avós, por torcerem e vibrarem com o meu sucesso.

Ao Edu, obrigada pela paciência e por fazeres com os meus dias acabassem sempre da melhor forma.

Dirijo também o meu agradecimento à FEUP, pela formação de excelência e preparação para o que aí vem. Agradeço sobretudo as amizades que me proporcionou.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos, dentro e fora do Berço, do norte, centro e ilhas, por serem o apoio nos momentos difíceis e os companheiros em todos os outros.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e objetivos.....	1
1.2	Apresentação da empresa	1
1.2.1	Apresentação do serviço de enchimento.....	2
1.2.2	Descrição do processo de enchimento	3
1.3	Metodologia adotada.....	5
1.4	Estrutura da dissertação	6
2	Enquadramento Teórico.....	7
2.1	Sistema de Produção da Toyota	7
2.2	Princípios <i>Kaizen</i>	8
2.2.1	Orientação ao <i>Gemba</i>	8
2.2.2	Redução de desperdícios	9
2.2.3	Melhoria de Processos	11
2.3	Pensamento <i>Lean</i>	11
2.4	Metodologia SMED	12
3	Caracterização do Problema.....	17
3.1	Contextualização do problema.....	17
3.2	Descrição do processo de mudança de produto numa linha de enchimento	18
3.3	Fatores que podem introduzir variabilidade no tempo de <i>setup</i>	20
4	Solução Proposta	23
4.1	Identificação dos tipos de mudança críticos.....	23
4.2	Identificação da equipa mais eficiente	24
4.2.1	Equipa mais eficiente na Mudança de Tara.....	25
4.2.2	Equipa mais eficiente na Mudança de Cápsula	27
4.2.3	Equipa mais eficiente na Mudança de Tara e Cápsula.....	28
4.3	Observação no <i>gemba</i>	29
4.4	Caracterização da duração do processo de mudança <i>as is</i>	30
4.5	Metodologia SMED	31
4.5.1	Mudança de tara	32
4.5.2	Mudança de cápsula.....	38
4.5.3	Mudança de tara e cápsula.....	43
4.6	Caracterização da duração do processo de mudança <i>to be</i>	43
4.7	Quantificação das melhorias desenvolvidas no projeto	44
5	Conclusões e sugestões de trabalho futuro.....	46
	Referências	47
	ANEXO A: <i>Layout</i> da linha de enchimento nº 5.....	48
	ANEXO B: Instrução de trabalho <i>Super Bock Group</i> para cálculo de OEE	49
	ANEXO C: Matriz com requisitos de condições de higienização numa mudança de produto	51
	ANEXO D: Excerto dos ficheiros extraídos do Jornal de Bordo para análise de dados.....	52
	ANEXO E: Análise SMED - Mudança de tara nas enchedoras	54
	ANEXO F: Procedimento Operacional Standard para a mudança de tara nas enchedoras	58
	ANEXO G: Análise SMED - Mudança de cápsula nas enchedoras	61
	ANEXO H: Procedimento Operacional Standard para a mudança de cápsula nas enchedoras	65
	ANEXO I: Procedimento Operacional Standard para a mudança de tara e cápsula nas enchedoras.....	68

Siglas

CIP – *Cleaning in Place*

EBI - *Empty Bottle Inspector*

EOQ – *Economic Order Quantity*

FMS - *Filing Managment System*

JB – *Jornal de Bordo*

JIT - *Just-in-Time*

OEE - *Overall Equipment Efficiency*

OPL – *One Point Lesson*

POS - *Procedimento Operacional Standard*

PS – *Prestador de Serviços*

SAP – *Systems, Applications & Products* (sistemas, aplicações e produtos)

SKU - *Stock Keeping Unit*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

TAV – *Tempo de Avarias*

TD – *Tempo Degradado*

TMP - *Tempo de Mudança de Produto*

TP - *Tara Perdida*

TPM - *Total Productive Management*

TPS - *Toyota Production System*

TR - *Tara Retornável*

TT - *Trabalhador Temporário*

UP – *Unidades de Pasteurização*

Índice de Figuras

Figura 1 – Cronograma da evolução histórica do <i>Super Bock Group</i>	2
Figura 2 – Marcas associadas ao <i>Super Bock Group</i>	2
Figura 3 – Descrição do <i>layout</i> da linha nº 5 e do fluxo de enchimento	3
Figura 4 - Problemas mascarados pelo excesso de inventário.....	10
Figura 5 – Quantidade ótima de encomenda (EOQ) (adaptado de Coimbra (2013)).....	13
Figura 6 – Efeito SMED no modelo EOQ (adaptado de Coimbra (2013))	14
Figura 7 – Etapas SMED (adaptado de Coimbra (2013))	14
Figura 8 – Técnicas SMED associadas a cada etapa enunciada (adaptado de Shingo e Dillon (1985)).....	16
Figura 9 – Evolução dos indicadores ao longo do tempo (retirado do Jornal de Bordo)	18
Figura 10 - Carro para armazenar as peças de formato de 0,25 litros para ambas as enchedoras	20
Figura 11 – Carro para armazenar os pistões de capsulagem da enchedora 2	20
Figura 12 – Posição das peças de formato de uma enchedora	21
Figura 13 – Gráfico de setores de cada tipo de mudança (■ mudança de cerveja, ■ mudança de embalagem secundária, ■ mudança de tara, ■ mudança de tara e cápsula, ■ mudança de rotulagem, ■ mudança de cápsula, ■ mudança de cerveja e tara, ■ mudança de cerveja e cápsula).....	23
Figura 14 – <i>Boxplot</i> da duração lida no Jornal de Bordo (JB) associado a cada tipo de mudança (1 - mudança de cápsula, 2 - mudança de cerveja, 3 - mudança de cerveja e cápsula, 4 - mudança de cerveja e tara, 5 - mudança de embalagem secundária, 6 - mudança de rótulo, 7 - mudança de tara, 8 - mudança de tara e cápsula)	24
Figura 15 – Gráficos de resíduos da duração para a mudança de tara.....	26
Figura 16 – <i>Print screen</i> da janela de saída após <i>performance</i> do ANOVA- <i>oneway</i> para a duração da mudança de tara em função da equipa	26
Figura 17 – <i>Print screen</i> da janela de saída após <i>performance</i> do teste de <i>Tukey</i> e gráfico correspondente (duração em função da equipa numa mudança de tara)	27
Figura 18 - <i>Performance</i> do ANOVA- <i>oneway</i> para a duração da mudança de cápsula em função da equipa.....	28
Figura 19 - <i>Performance</i> do teste de <i>Tukey</i> e gráfico correspondente (duração em função da equipa numa mudança de cápsula)	28
Figura 20 - <i>Performance</i> do ANOVA- <i>oneway</i> para a duração da mudança de tara e cápsula em função da equipa	29
Figura 21 - <i>Performance</i> do teste de <i>Tukey</i> e gráfico correspondente (duração em função da equipa numa mudança de tara e cápsula)	29
Figura 22 – Histograma das mudanças de tara	30
Figura 23 – Histograma das mudanças de cápsula	31
Figura 24 – Histograma das mudanças de tara e cápsula	31
Figura 25 – Diagrama de <i>spaghetti</i> da mudança de tara filmada	32

Figura 26 – Vista de cima da capsuladora.....	36
Figura 27 – Vista lateral do carro dos pistões de capsulagem.....	39
Figura 28 – Exemplo de colocação das peças de formato da capsuladora no carro de pistões	40
Figura 29 – Vista de frente da capsuladora (retirada do manual de instruções de operação da enchedora)	41
Figura 30 – Posicionamento dos operadores numa mudança observada (retirado da filmagem)	42

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Equipamentos passíveis de ser mudados/reprogramados associados a cada tipo de mudança.....	19
Tabela 2 – Operações externas executadas entre operações internas na mudança de tara.....	33
Tabela 3 – Operações internas passíveis de ser convertidas em externas na mudança de tara	34
Tabela 4 –Operações internas críticas de uma mudança de tara	35
Tabela 5 – Duração das operações da mudança de tara antes e depois da implementação de melhorias	37
Tabela 6 - Operações externas executadas entre tarefas internas na mudança de cápsula.....	38
Tabela 7 – Operações internas passíveis de ser convertidas em externas na mudança de cápsula	39
Tabela 8 - Operações internas críticas de uma mudança de cápsula	40
Tabela 9 – Trabalho externo passível de ser reduzido numa mudança de cápsula	42
Tabela 10 - Duração das operações da mudança de cápsula antes e depois da implementação de melhorias.....	43
Tabela 11 – Targets para o tempo (min) de mudança de produto em que não há mudança de cerveja.....	44
Tabela 12 – Quantificação das melhorias desenvolvidas	45

1 Introdução

O presente documento descreve o projeto de dissertação realizado no *Super Bock Group*, que se focou na implementação de ferramentas Lean para a otimização de tempos de *setup* de uma linha de enchimento.

1.1 Enquadramento do projeto e objetivos

O enchimento de garrafas ou barris é a etapa que se segue à produção de cerveja no *Super Bock Group*. Atualmente, o centro de produção de Leça do Balio, labora num regime de 24/24 horas, com quatro linhas de enchimento de garrafas. A linha de enchimento nº 5 possui a maior capacidade de enchimento por ter sido projetada para responder a encomendas com um tamanho de lote bastante superior ao das restantes linhas, maioritariamente destinadas ao mercado angolano.

Em 2015, a Angola atravessou uma crise financeira associada à quebra das receitas de exportação de petróleo e consequente falta de divisas. Por este motivo, o volume de importação de cerveja proveniente do *Super Bock Group* diminuiu consideravelmente. Para o Grupo, a quebra de vendas representou uma perda que necessitou de ser compensada com a introdução de novos mercados. Neste contexto, a linha nº 5 passou a precisar de responder a uma maior pluralidade de clientes, produzindo maior número de lotes, mas cada um de tamanho inferior ao até aí processado. O incremento de complexidade do processo produtivo teve como consequência o aumento do número de *setups*, com o consequente impacto negativo na eficiência global da linha. De facto, a eficiência da linha nº 5 face à capacidade homologada¹ da mesma passou de 72% em 2014 para 62% em 2017.

Assim, o como principal objetivo deste trabalho foi a redução dos tempos necessários à mudança de produto. Como consequência, espera-se o aumento da eficiência desta linha de enchimento e, como tal, o aumento de produtividade e das receitas associadas.

1.2 Apresentação da empresa

O *Super Bock Group* é atualmente a maior empresa portuguesa de bebidas. A Figura 1 apresenta momentos importantes da sua evolução, desde que foi construída há 127 anos.

¹ A capacidade homologada significa, neste contexto, a velocidade máxima de enchimento com a qual se pressupõe ausência de quebras (sejam elas de eficiência, de disponibilidade de equipamentos ou de problemas de qualidade).

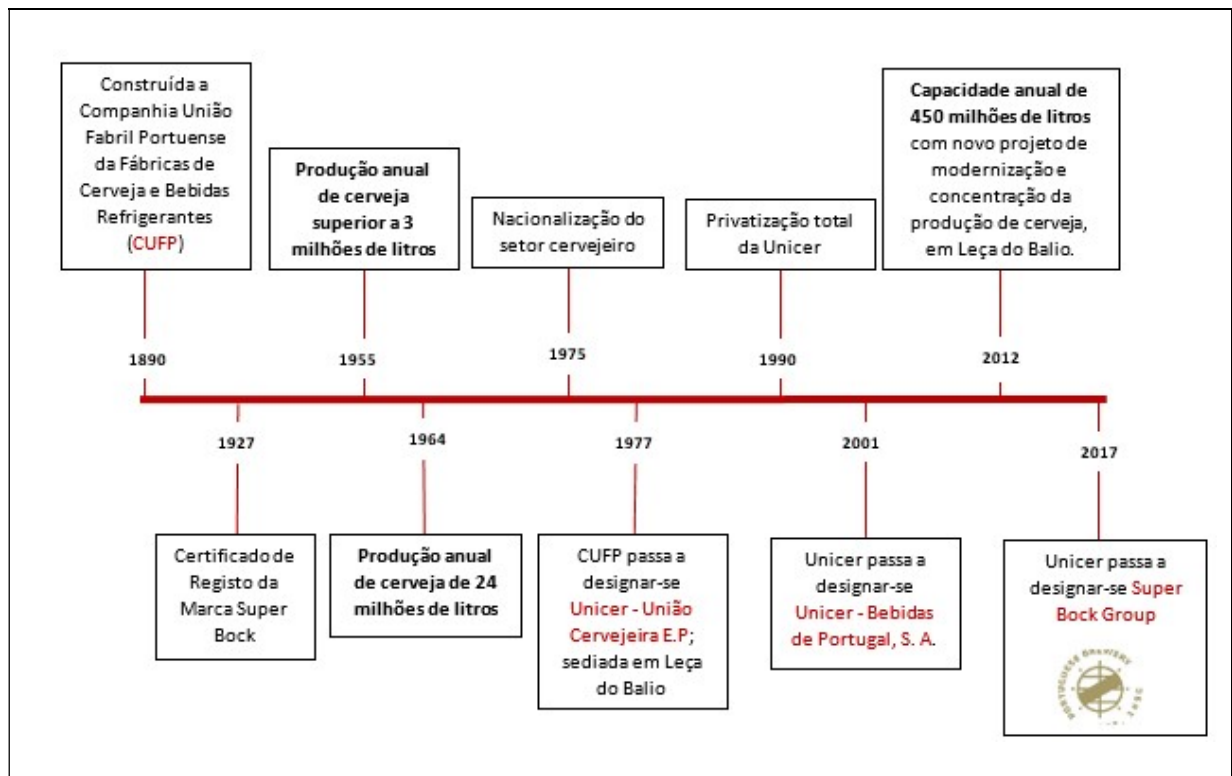


Figura 1 – Cronograma da evolução histórica do *Super Bock Group*

Neste momento, o grupo possui capital maioritariamente português, em que 56% das ações são detidas pelo grupo Viacer (cuja estrutura acionista é composta por: 46,5% - Violas, 28,5% - Arsopi, 25% - BPI). Os restantes 44% pertencem ao grupo Carlsberg. A sua atividade assenta principalmente nos negócios das cervejas e das águas engarrafadas e, com menor expressão, nos segmentos de refrigerantes, de vinhos, na produção e comercialização de malte. Além destas atividades, desenvolve também negócios na área do turismo, detendo dois ativos de referência na região de Trás-os-Montes: os Parques Lúdico-Termas de Vidago e Pedras Salgadas. A Figura 2 é ilustrativa de algumas das marcas associadas ao *Super Bock Group*.



Figura 2 – Marcas associadas ao *Super Bock Group*

O grupo exporta para 41 países e a Super Bock é a cerveja portuguesa mais vendida mundialmente.

1.2.1 Apresentação do serviço de enchimento

O Serviço de Enchimento de cervejas, sediado em Leça do Balio, conta atualmente com quatro linhas operacionais de enchimento de garrafas e duas de enchimento de barris.

Cada linha do Serviço de Enchimento é composta por:

- Um técnico superior responsável pela gestão operacional da linha; orientado e supervisionado pelo gestor do Serviço de Enchimento. O técnico superior e o gestor têm um horário fixo das 9 horas às 18 horas, mas podem ser contactados por telefone fora deste horário.
- Quatro equipas, cada uma constituída por cinco operadores, em que um deles é responsável pela coordenação da equipa. Estes trabalham sob o regime de laboração contínua em turnos de 12 horas. A ausência de algum elemento da equipa pode ser colmatada pela introdução de um trabalhador temporário (TT). As quatro equipas que operam na linha de enchimento são as mesmas que são responsáveis pelo *setup* numa mudança de produto.
- Dois subcontratados a uma empresa prestadora de serviços para assegurar o início e fim de linha, isto é, a despaletização e paletização. Estes subcontratados laboram em turnos de 8 horas e não estão atribuídos a uma equipa em particular.

A linha nº 5 é a de maior dimensão e tem uma capacidade homologada de produção de aproximadamente 80000 garrafas/hora, valor esse que corresponde à soma das capacidades de cada enchedora.

1.2.2 Descrição do processo de enchimento

A Figura 3 apresenta o esquema da distribuição dos equipamentos e o fluxo do processo de enchimento sobre o sombreado do *layout* desta linha.

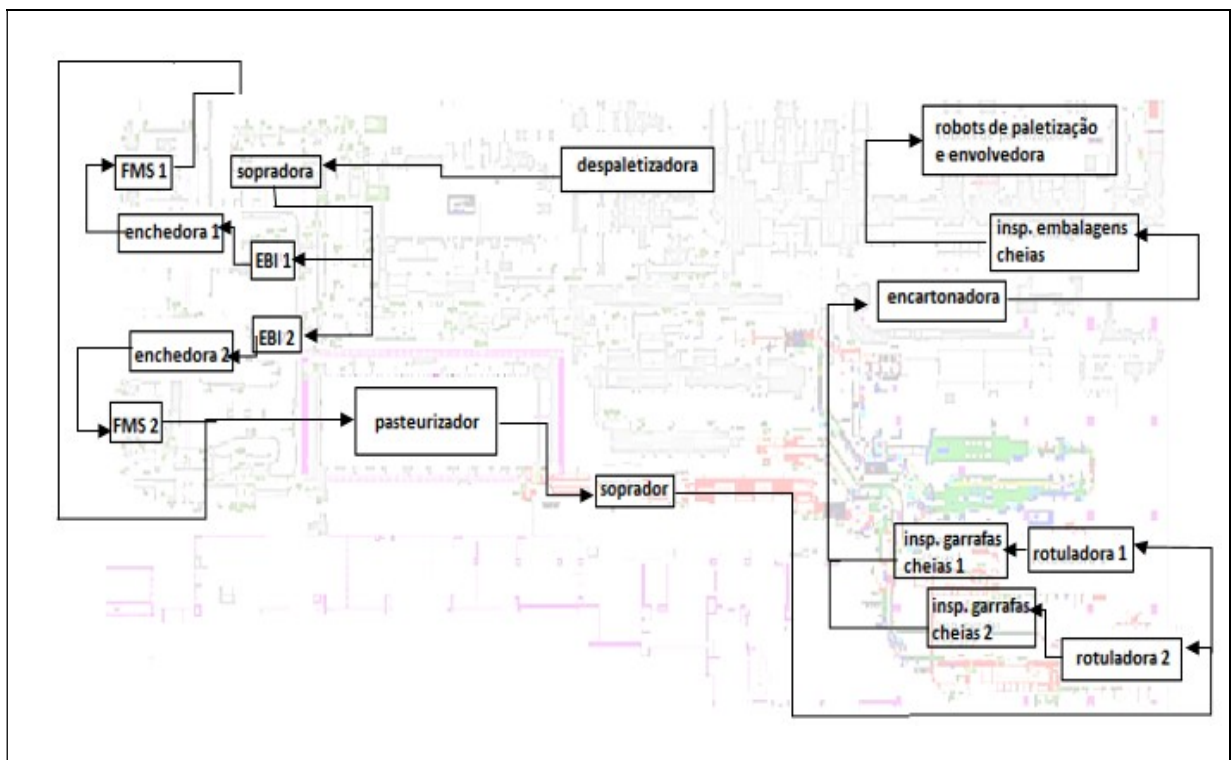


Figura 3 – Descrição do *layout* da linha nº 5 e do fluxo de enchimento

Enunciam-se abaixo as etapas do processo de enchimento de garrafas na linha nº 5.

1. Despaletização: No decorrer desta fase colocam-se as garrafas na linha. Assim, o vasilhame organizado em paletes proveniente de diferentes fornecedores é despaletizado mecanicamente e colocado nos transportadores.
2. Sopragem: Com o objetivo de eliminar os resíduos que possam contaminar as garrafas vazias, estas são invertidas e sujeitas a sopragem com ar comprimido.
3. Inspeção de vazio (EBI: *Empty Bottle Inspector*): A garantia de que as garrafas respeitam os requisitos de qualidade pré-estabelecidos é assegurada pela captação eletrónica de imagens por parte de sensores. Assim, os sensores inspecionam possíveis defeitos no vasilhame e/ou a presença de líquido residual, rejeitando os elementos nos quais seja detetada alguma não-conformidade.
4. Enchimento e Capsulagem: Esta etapa é feita pelas enchedoras e capsuladoras, equipamentos esses que passarão a ser designados simplifadamente como “enchedoras”.

As enchedoras são máquinas rotativas onde as garrafas passam por etapas sucessivas: evacuação, enxaguamento com CO₂, evacuação final, pressurização com CO₂, enchimento e ajuste do nível de enchimento. O enchimento é realizado em contrapressão com o intuito de reduzir a formação de espuma, de forma a controlar o nível de cerveja. No entanto, a espuma é posteriormente necessária para que se retire o oxigénio da zona do gargalo da garrafa antes da capsulagem, de forma a evitar a entrada de oxigénio do exterior, situação que a ocorrer, poderia causar oxidação da cerveja. Por este motivo, entre a enchedora e a capsuladora existe um jato fino de água que promove a formação de espuma.

As garrafas têm que ser imediatamente fechadas após o enchimento, pelo que a capsuladora opera de forma síncrona com a enchedora.

De realçar que a cadência das enchedoras é inferior à dos restantes equipamentos. Por este motivo, as enchedoras definem a capacidade homologada da linha de enchimento.

5. Inspeção de nível (FMS: *Filing Managment System*): Após o enchimento e capsulagem, as garrafas passam por um equipamento responsável pela inspeção, que rejeita aquelas em que se detete ausência de cápsula ou um nível (volume) inferior de cerveja ao definido para a ordem de produção em vigor.
6. Pasteurização: Para assegurar a estabilidade microbiológica da cerveja, a empresa optou por usar a pasteurização em túnel para o vasilhame. Assim, as garrafas são transportadas ao longo do pasteurizador, onde são sujeitas a jatos de água progressivamente mais quentes até que se atinja a temperatura de pasteurização. Esta mantém-se constante até que se atinjam as Unidades de Pasteurização (UP) pré-determinadas. Define-se UP como o aquecimento a uma temperatura de 60°C durante 1 minuto. A quantidade de UP a aplicar depende principalmente do tipo de produto, sendo que, no caso da cerveja do tipo *Pilsner*, esse valor se situa na maioria dos casos entre 15 e 30 UP. Quanto mais baixas forem as UP utilizadas, melhor se preservam as propriedades de cerveja, mas em contrapartida, maior é o risco de contaminação microbiológica. Assim, deve-se determinar uma intensidade de tratamento que garanta a qualidade exigida ao produto. Uma vez atingidas as UP definidas, as garrafas são gradualmente arrefecidas até à temperatura ambiente.
7. Secagem: Um soprador local seca as garrafas vindas do pasteurizador de forma a evitar a ocorrência de fenómenos de oxidação-redução, principalmente junto à cápsula.

8. Rotulagem: Os requisitos de rotulagem variam consoante a ordem de produção em questão, porque a cada *Stock Keeping Unit* (SKU) estão associadas diferentes imagens e informações ao consumidor. Nesta fase, são colocados no produto o rótulo e gargantilha e ainda o contrarrótulo, no caso de se tratar de mercado externo. Posteriormente, são impressos no produto o lote e a data de validade, com recurso a um codificador de *laser*.
9. Inspeção de garrafas cheias: As garrafas são reinspeccionadas no que diz respeito ao cumprimento do volume especificado e existência de cápsula, controlando-se também a existência da rotulagem especificada. Em caso de rejeição, a cerveja é reprocessada e o vasilhame é desperdiçado.
10. Embalamento secundário: O SKU associado a cada ordem de produção pressupõe uma embalagem secundária; que pode ser caixa ou *pack*. A máquina responsável pelo embalamento das garrafas é a encartonadora.
11. Inspeção de embalagens cheias e codificação: Através de uma pesagem, esta inspeção tem como objetivo garantir que a embalagem secundária contém o número de unidades individuais pré-estabelecidas. Caso se detetem não conformidades, as garrafas podem ser reprocessadas para embalamento secundário. Caso o inspetor aprove a embalagem, esta é codificada com o lote de validade.
12. Paletização: As embalagens secundárias são paletizadas de acordo com a matriz de paletização definida para cada SKU.
13. Envolvimento e identificação de paletes: A envolvedora coloca um filme estirável em redor de cada palete. Posteriormente, a palete envolvida é etiquetada para efeitos de identificação e rastreabilidade.

O documento original do *layout* da linha pode ser consultado no Anexo A.

1.3 Metodologia adotada

Para reduzir o impacto do tempo de *setup* na eficiência operacional da linha nº 5, foi utilizada a seguinte metodologia:

1. Numa primeira fase, analisaram-se os fatores responsáveis pela introdução de variabilidade nos tempos de mudança de produto, tendo como objetivo a sua redução, de forma a permitir a posterior uniformização do processo.

No sentido de obter resultados significativos no período de tempo destinado à realização desta dissertação, optou-se por atuar apenas nos tipos de mudanças mais impactantes em termos de tempo improdutivo de enchimento. Para tal, foi necessário realizar uma análise estatística dos tipos de mudança correspondentes ao período entre 2015 e 2017. A informação foi recolhida a partir do Jornal de Bordo², sendo posteriormente tratada com o *software* estatístico *Minitab*. A análise estatística permitiu identificar os tipos de mudança associados a uma maior taxa de ocupação anual da linha, bem como a variabilidade associada a cada tipo de mudança.

Para avaliar a influência do fator humano, realizou-se uma análise de variabilidade estatística. Não existem dados referentes à *performance* de cada operador, mas sim de cada equipa como um todo. Por este motivo, a análise centrou-se nas discrepâncias entre equipas, para os tipos de mudança definidos como críticos. Desta forma, identificaram-se os desequilíbrios existentes entre as diferentes equipas. Caso uma dada equipa provasse ser estatisticamente mais eficiente para um dado tipo de

² Programa interno de base de dados de gestão da linha

mudança, o procedimento por ela adotado seria posteriormente observado, otimizado e extrapolado para as restantes equipas.

2. Concluída a abordagem estatística, seguiu-se a observação no terreno (*gemba*). Acompanharam-se os diversos exemplos de tipos de mudança críticos para verificar qual o *bottleneck* de cada tipo de mudança e avaliar a disponibilidade dos meios técnicos.
3. De seguida, foram calculadas a média e o desvio padrão dos tipos de mudança definidos como críticos, para caracterizar o processo *as is* (tempos de *setup* antes da introdução de melhorias). Se para um dado tipo de mudança, alguma equipa provasse ser mais eficiente do que as outras, o processo *as is* ficaria caracterizado pelos dados dessa equipa, para esse tipo de mudança, para que o *target* a atingir fosse mais ambicioso.
4. Por fim, foi aplicada a metodologia SMED no sentido de identificar as possíveis áreas de atuação e obter um procedimento operacional *standard* otimizado para o *bottleneck* de cada tipo de mudança crítico e uma matriz que contemplasse os tempos de mudança *target* nesse *bottleneck*.

Após a adoção da metodologia acima descrita, foram implementadas as ações de melhoria sugeridas nos procedimentos operacionais *standard* e quantificado o sucesso do projeto e o cumprimento dos objetivos.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos.

No presente capítulo é feito o enquadramento e definição dos objetivos do projeto. A empresa é apresentada de forma breve, assim como o departamento e o processo de enchimento. Neste capítulo é ainda introduzida a metodologia adotada.

O segundo capítulo é composto por um enquadramento teórico necessário ao desenvolvimento do trabalho de projeto desta dissertação.

No terceiro capítulo é feita a contextualização do problema em estudo. O processo de mudança de produto na linha de enchimento em análise é explicado e faz-se a descrição dos fatores responsáveis por introduzir variabilidade temporal num processo de mudança de produto.

A análise de cada fator de variabilidade considerado no terceiro capítulo é feita no quarto capítulo, bem como a caracterização do processo *as is* (tempos de *setup* antes da introdução de melhorias). Neste capítulo, descreve-se também a implementação da metodologia SMED.

Por fim, apresentam-se as ações de melhoria que foram implementadas e cujo impacto se conclui no capítulo 5.

2 Enquadramento Teórico

Este capítulo apresenta a sustentação teórica necessária para o desenvolvimento do projeto. No sentido de contextualizar o aumento de capacidade de resposta das indústrias à mudança, será abordado o sistema de produção da Toyota (TPS), a sua relação com a melhoria contínua (*Kaizen*) e a adaptação ocidental do TPS para o pensamento *lean*. Neste contexto, será apresentada uma ferramenta *lean*, o SMED, utilizada para redução de tempos de *setup*.

2.1 Sistema de Produção da Toyota

Após a Segunda Guerra Mundial, a produtividade das indústrias japonesas foi severamente afetada. Entre outros fatores, o Japão passou a ter menos recursos naturais, pelo que tinha que importar as matérias-primas a um custo superior; e com a crise económica vivida no país, os salários dos trabalhadores baixaram e a procura diminuiu. O sistema de produção massificada, baseado no modelo de Henry Ford do início do século XX, que traduz qualidade em custos, não era facilmente adotado pelas indústrias japonesas. Por outro lado, o produto interno bruto dos Estados Unidos e de alguns países europeus no início do pós-guerra aumentava de forma constante (Chiarini 2013).

Em 1950, para que a empresa japonesa Toyota, com os recursos vigentes, se conseguisse tornar competitiva face às empresas automobilísticas ocidentais líderes de mercado, Taiichi Ohno, na altura vice-presidente da *Toyota Motor Company*, desenvolveu o Sistema de Produção da Toyota (TPS: *Toyota Production System*). Para concretizar este objetivo, Ohno definiu a filosofia do TPS como o aumento de produtividade pela redução de custos através da eliminação sistemática de todas as funções desnecessárias.

De acordo com Nambiar (2010), os principais conceitos do TPS podem ser enunciados como:

- Reduzir custos pela eliminação de desperdícios;
- Eliminar a sobreprodução pela diminuição de inventário;
- Reduzir tempos de *setup* para que se possa utilizar lotes mais pequenos e diminuir o ciclo de produção;
- Produzir unicamente o encomendado.

Este sistema de produção assenta em dois grandes pilares: o *Just-in-Time* (JIT) e a Autonomia (*Jidoka*). O primeiro pilar significa produzir apenas o que é necessário, no momento e na quantidade requeridos. O segundo pilar agrega as ideias de autonomia e automação e corresponde à capacidade facultada aos equipamentos ou operadores para interromper a produção sempre que ocorre uma anomalia (Ohno 1988).

Para consolidar os objetivos propostos, usam-se técnicas como o *kanban*, Manutenção Produtiva Total (TPM: *Total Productive Management*), mudança de ferramentas em menos de 10 minutos (SMED: *Single-Minute Exchange of Die*), 5S e *poka-yoke* (Nambiar 2010).

Nos dias de hoje, os consumidores procuram produtos mais personalizados e de melhor qualidade. Assim, a cadeia de valor baseada no modelo de produção em massa não é capaz de responder à crescente competitividade do mercado quando se lida com elevadas variações potenciais de produtos (Holweg e Pil 2005). A adaptação ao mercado exige que se perceba e antecipe as necessidades e desejos dos clientes e que se aceite que estes variam de cliente para cliente. Neste contexto, o sistema de produção industrial tem inevitavelmente que produzir lotes com maior variedade e em menor quantidade. Este é o motivo pelo qual o Sistema de Produção da Toyota foi estudado, desenvolvido e extrapolado para outras indústrias.

2.2 Princípios Kaizen

Kaizen é uma palavra japonesa que se traduz em “mudar para melhor”, e que é normalmente entendida como melhoria contínua. Masaaki Imai, fundador e presidente do Instituto de *Kaizen*, explica que *kaizen* é a melhoria diária, em qualquer lugar e praticada por toda a gente (Imai 2012).

De acordo com Coimbra (2013), a nova forma organizacional da produção e da logística levada a cabo por Ohno, o TPS, foi desde logo aliada aos princípios *kaizen*, sendo eles:

1. Qualidade em primeiro lugar;
2. Orientação ao *Gemba*;
3. Eliminação de desperdício;
4. Formação dos trabalhadores;
5. *Standards* visuais;
6. Melhoria de processos;
7. Pensamento de fluxo *pull*

Dos princípios acima enumerados, serão descritos com mais detalhe a orientação ao *gemba*, a eliminação de desperdício e a melhoria de processos, porque se consideram os de maior relevância para o presente projeto de dissertação.

2.2.1 Orientação ao *Gemba*

Gemba é uma palavra japonesa que significa “verdadeiro lugar” e é onde a ação acontece. Considera-se que as atividades que agregam valor que satisfazem o cliente ocorrem no *gemba*. Contudo, geralmente utiliza-se *gemba* para denominar especificamente o lugar produtivo da organização; vulgo “chão de fábrica”. Não obstante, esta palavra pode ser extrapolada para serviços e outros setores.

Uma abordagem centrada no *gemba* assume que *ele* é responsável pela qualidade e custo, para além da produção; embora sempre apoiado pela gestão. Também parte do pressuposto que há nele espaço para a melhoria contínua. Esta metodologia enfatiza a importância das pessoas que operam no *gemba*, uma vez que elas são capazes de identificar com mais facilidade as necessidades. Graças ao contacto diário, são mais sensíveis aos problemas e é comum que procurem soluções. Para além disso, a resistência à mudança fica minimizada e o ajuste contínuo torna-se possível. Então, conseguindo-se inspirar nos trabalhadores o gosto pelo *kaizen*, a eficiência de trabalho pode ser melhorada e os mesmos podem pensar em melhorias simples, práticas e voltadas para o método enquanto executam as suas tarefas diárias (Imai 2012).

2.2.2 Redução de desperdícios

Tal como foi referido na secção 2.1, um dos conceitos fundamentais subjacentes ao Sistema de Produção da Toyota é reduzir custos, eliminando desperdícios.

Muda é a palavra japonesa para “desperdício” e refere qualquer atividade que consuma recursos, mas não crie valor. Fujio Cho, da Toyota, define desperdício como “tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto” (Suzaki 2010).

Em concreto, cada organização lida com desperdícios diferentes, mas que podem ser agrupados em determinado tipo. Ohno (Ohno 1988) identificou sete tipos de desperdícios como sendo os *mudas* mais proeminentes:

1. Sobreprodução

A sobreprodução define-se, neste contexto, como o excesso de produção de bens para além da procura do mercado. Ocorre quando se pretende “adiantar trabalho”, isto é, aproveitar a disponibilidade dos recursos e reduzir número de *setups*.

Este desperdício traduz-se em gastos desnecessários de materiais e recursos de mão-de-obra, em utilização de máquinas e espaço de armazenamento, de logística e de administração. Para além disto, pode ocultar outros problemas de ineficiência, gerar confusão sobre as prioridades da organização e induzir uma falsa sensação de segurança.

De acordo com o pensamento *lean*, deve-se aceitar que os recursos não têm que ser utilizados em pleno em todos os momentos; mas apenas quando acrescentam valor. Estes devem ser utilizados para cumprir as exigências do mercado, de forma a priorizar o *just in time*.

2. Espera

O desperdício da espera está relacionado com o tempo de paragem dos operadores que não é aproveitado para acrescentar valor. Este pode ocorrer aquando da espera do processamento de uma máquina, espera da resolução de uma avaria, espera de matéria-prima, espera de ferramentas, entre outros.

Quando no *gemba* o operário não estiver a realizar trabalho necessário deve afastar-se do posto de trabalho e informar desta condição. Desta forma o *muda* de espera será evidenciado e podem ser identificadas e aplicadas melhorias corretivas.

3. Transporte

Embora o transporte seja inevitável na maior parte das operações, este nem sempre acrescenta valor. *Layouts* mal planeados podem causar longos transportes de material; para além de poderem exigir duplo e triplo manuseamento por terem sido armazenados de forma desorganizada ou temporária.

A eliminação deste desperdício passa por reavaliar o *layout*, sincronizar processos, otimizar meios de transporte e melhorar a organização e arrumação do posto de trabalho.

4. Sobreprocessamento

Existem operações que não acrescentam valor ao produto final, sendo por isso consideradas desperdícios de sobreprocessamento. A pintura, selagem ou aperto de parafusos que não são necessários para satisfazer os requisitos do produto são exemplos do *muda* de sobreprocessamento.

5. Stock

Tal como foi abordado na descrição do *muda* de sobreprodução, o stock em excesso aumenta o custo do produto; uma vez que implica mais manuseamento, espaço, pessoas, entre outros. No entanto, a redução do nível de inventário deve ser introduzida de forma planeada e só depois de se considerarem e resolverem os problemas escondidos pelo excesso de stock. A Figura 4 (Suzaki 2010) faz uma analogia do mar de stock e dos problemas que lhe estão associados com o nível da água do mar a esconder as rochas. Na figura, o stock (“mar de stock”) esconde problemas como defeitos, falhas de comunicação e mau planeamento. Estes e outros problemas são passíveis de surgir aquando a eliminação do *muda* de inventário, se não forem previamente eliminados.

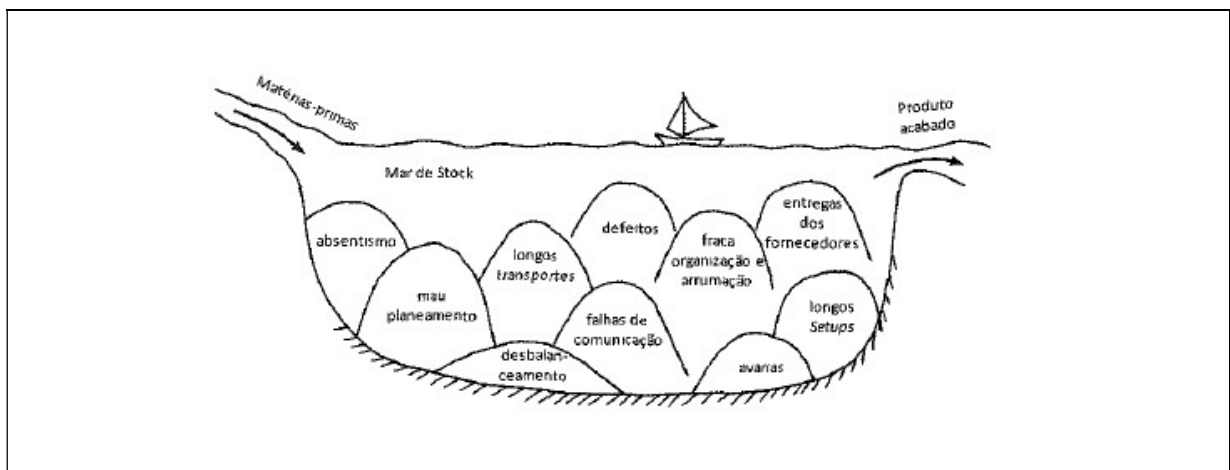


Figura 4 - Problemas mascarados pelo excesso de inventário

6. Movimento

O movimento dos operadores que não está relacionado com a adição de valor ao produto é considerado desperdício. As deslocações do operário entre máquinas, os esforços para procurar uma ferramenta, bem como os movimentos de pegar e posicionar peças.

Assim, a eliminação deste *muda* passa por eliminar esse tempo improdutivo, através de um *layout* adequado, com colaboradores formados e organizados de acordo com normas e procedimentos adequados e com materiais e ferramentas dispostos de forma organizada.

7. Defeitos

Consideram-se produtos defeituosos aqueles que não estão de acordo com os requisitos do cliente. A existência dos mesmos gera desperdícios a vários níveis da organização:

- Quando ocorrem defeitos num posto, os operadores dos postos seguintes têm desperdícios de espera, o que faz aumentar o custo e o tempo de entrega do produto.
- Os produtos defeituosos são reprocessados ou descartados.
- Se o defeito acontecer, porventura, numa operação de montagem existe a necessidade de trabalho suplementar para desmontar o produto e peças adicionais para voltar a montá-lo. Estas alterações exigem o ajuste do planeamento.
- Se depois da entrega do produto, forem encontrados defeitos pelo cliente, aumentam os custos com garantias e entregas adicionais. Para além disso, a organização pode perder a credibilidade e quota do mercado.

O ritmo cada vez mais frenético de produção nas atuais unidades industriais, pode causar uma deteção tardia do defeito. Assim, é importante que se desenvolva a capacidade de detetar

rapidamente problemas ou, idealmente, de prevenir o aparecimento de não conformidades (Ohno 1988).

2.2.3 Melhoria de Processos

No sentido de melhorar resultados é necessário que se aperfeiçoem os processos. Na ótica do *kaizen*, um mau resultado é consequência de erros no processo.

Sob um olhar global, podem surgir ganhos de produtividade através de diferentes abordagens, mas cada melhoria não pode ser encarada como uma ação isolada. O processo deve, pois, sempre que possível, ser visto e analisado como um todo. Assim, Kiyoshi Suzaki (Suzaki 2010) define doze princípios básicos para a melhoria de processos:

1. Organizar postos de trabalho;
2. Desenvolver *setups* rápidos;
3. Eliminar perdas de transporte;
4. Desenvolver *gabarits* para colocação rápida e remoção automática;
5. Introduzir a polivalência;
6. Sincronizar processos;
7. Movimentar materiais em lotes de um;
8. Introduzir o conceito de *Jidoka*;
9. Introduzir *Poka-Yoke* e SPC (*Statistical Process Control*);
10. Eliminar problemas de máquinas;
11. Determinar tempos de ciclo;
12. Normalizar procedimentos de trabalho.

A filosofia de gestão japonesa, depois extrapolada para outras culturas, pode ser resumida no seguinte princípio: “Manter e melhorar padrões”. Inicialmente qualquer processo é instável, pelo que, para o estabilizar, a gestão japonesa recorre ao ciclo SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*). Assim, na presença de um problema produtivo, devem analisar-se as possíveis causas, procurar medidas para as corrigir, implementar as mesmas e mudar o procedimento de trabalho, de forma a evitar a sua reincidência. Após a padronização, é previsto que o processo estabilize e fique sob controlo. Contudo, este *status quo* pode e deve ser melhorado. Neste contexto, é utilizado o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) para elevar continuamente os padrões para um nível superior.

A última atividade, o “agir” (*Act*), dos ciclos SCDA e PDCA, refere-se à consolidação das metodologias de trabalho, tendo como objetivo garantir a qualidade e a redução de custos. Por definição, o cumprimento de padrões significa manutenção e a atualização de padrões significa melhoria. Os procedimentos padrão representam a melhor forma de executar um determinado trabalho e de preservar o conhecimento, convertendo o *know-how* individual em *know-how* institucional. Permitem também reduzir anomalias, variabilidade, perdas e reincidência, fornecendo em simultâneo ferramentas para medir o desempenho (Imai 2012).

2.3 Pensamento Lean

O pensamento *lean* (*lean thinking*) é a adaptação ocidental do TPS pelos autores James P. Womack e Daniel T. Jones (Womack e Jones 1996) nos anos 90. Tal como no Sistema de Produção da Toyota, o objetivo é “fazer mais com menos” e otimizar os recursos disponíveis, envolvendo todos os níveis hierárquicos de uma organização. O conjunto de princípios e

conceitos do pensamento *lean* visa eliminar todos os desperdícios de uma organização de forma a que se crie valor para o cliente, percebendo exatamente o que este pretende (Pinto 2014). Assim, Womack e Jones enunciam cinco princípios fundamentais (Womack e Jones 1996):

1. Especificação de valor

A primeira etapa crítica do *lean thinking* para uma organização é a identificação correta do valor que a mesma deve oferecer. Este valor é definido pelas necessidades do cliente, que pressupõe um determinado preço num determinado tempo.

2. Identificação da cadeia de valor

O fluxo de valor é a sequência de ações específicas requeridas para criar determinado produto e/ou serviço. Geralmente, estas ações podem ser classificadas segundo três categorias: atividades que efetivamente acrescentam valor; atividades que, embora não acrescentando valor, são inevitáveis para o processo e atividades que não criam valor e são dispensáveis. Identificar e mapear a cadeia de valor tende a expor, portanto, grandes quantidades de desperdício; e é o próximo passo do *lean thinking*.

3. Criação de fluxo

A criação de fluxo é a terceira etapa do *lean thinking* e pressupõe a implementação de um processo produtivo que crie valor. Neste contexto, o trabalho de cada função, de cada departamento e de toda a organização deve ser reestruturado de forma a satisfazer o cliente e criar valor em todos os pontos do processo. O fluxo eficiente de materiais, pessoas, informação e capital, sem paragens e com baixos níveis de *stock*, permite assegurar o fluxo contínuo do produto final. Esta otimização terá como consequência esperada a redução de tempos entre a matéria-prima e o produto acabado, permitindo um tempo de resposta mais rápido às solicitações do cliente final.

4. Produção *Pull*: Orientação do fluxo pela procura

Orientar o fluxo em função das necessidades do cliente a cada momento é o quarto princípio do pensamento *lean*; ou seja, produz-se o que o cliente quer quando o cliente quer. Se o sistema for capaz de responder à procura de forma flexível, reduz-se a necessidade de volumes elevados de *stock*.

5. Melhoria Contínua (*Kaizen*)

A perfeição é alcançada quando o desperdício é totalmente eliminado, em todos os níveis da organização. A busca da perfeição implica a constante identificação e redução de atividades sem valor acrescentado, isto é, requer uma melhoria contínua (*kaizen*) no processo produtivo (Womack e Jones 1996).

Embora as melhorias *kaizen* sejam pequenas e incrementais, o processo *kaizen* oferece resultados significativos ao longo do tempo.

2.4 Metodologia SMED

A tendência atual dos negócios reflete a necessidade de responder às exigências do mercado e de alterar estruturas para manter a competitividade. Assim, há a necessidade de dar resposta a um mercado que requer maior variedade de produtos, mas em que o ciclo de vida dos produtos é cada vez mais reduzido. Este desafio implica a necessidade de se reduzir o tempo de entrega da produção, de transporte, de *setup* e o tamanho do lote (Suzaki 2010).

A mudança de ferramentas, ou ajustes de equipamentos requeridos para executar novas ordens de produção com características distintas, são tempos improdutivos que, embora necessários, não acrescentam valor ao produto final. Tal como foi referido na secção 2.2.2, as perdas

associadas aos tempos de *setup* induzem várias organizações a produzir lotes maiores e contrair um número mais elevado de stock; o que se manifesta em *mudas* de sobreprodução e de stock.

A filosofia *just-in-time* assenta na produção de lotes mais pequenos, repetidos mais frequentemente, situação que acarreta um maior número de *setups*.

Neste contexto, Shigeo Shingo, um engenheiro industrial e consultor da Toyota, desenvolveu, nos anos 50, uma metodologia denominada SMED (*Single-minute exchange of die*), que tem como objetivo a redução sistemática do tempo de mudança de série ou *setup*. Na altura em que Taiichi Ohno introduzia mudanças radicais na Toyota, criando o Sistema de Produção da Toyota, começou-se a implementar SMED no seu setor de produção.

O SMED pode ser usado com o objetivo de aumentar a capacidade das máquinas, bem como de promover a flexibilidade dos equipamentos no sentido de criar um fluxo em que haja o mínimo de material possível à espera de ser processado.

O modelo EOQ (*economic order quantity*), criado em 1913 por F.W. Harris e desenvolvido em 1930 por R.H. Wilson define a quantidade ótima de lote de cada encomenda que minimiza o somatório dos custos de inventário e de encomenda, como pode ser visualizado na Figura 5 (Coimbra 2013).

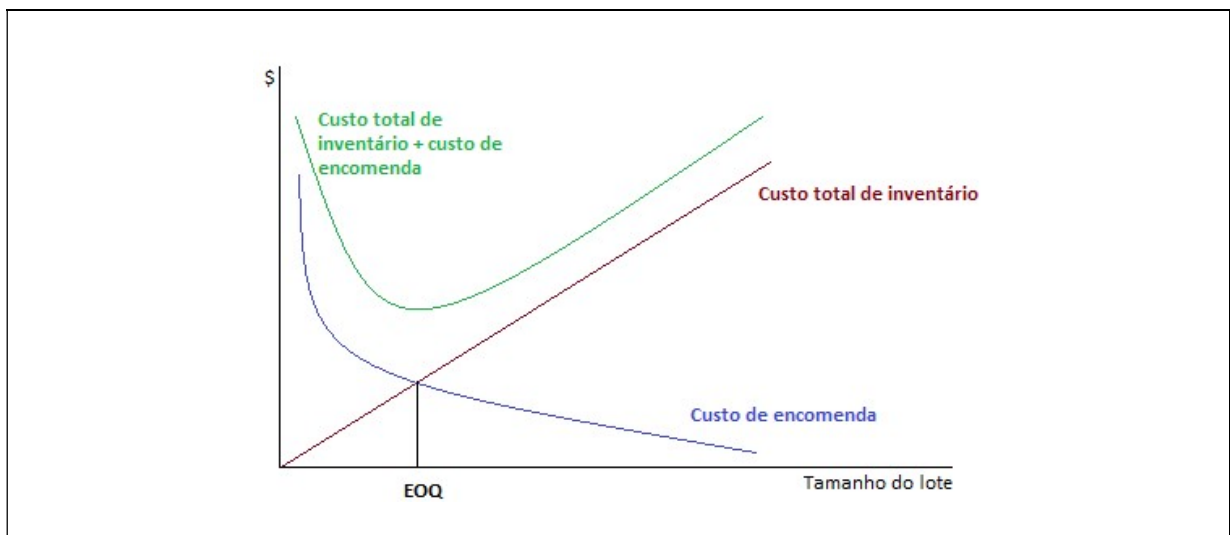


Figura 5 – Quantidade ótima de encomenda (EOQ) (adaptado de Coimbra (2013))

O mesmo modelo é ainda hoje aplicável. Contudo, é importante que se tenha em consideração que o tempo de *setup*, que pode ser representado pelo custo de encomenda, não é fixo e pode ser reduzido. Assim, devem-se desfazer dois paradigmas:

- “*flow at any cost*”: Se o tamanho do lote for diminuído cegamente com o único objetivo de aumentar o fluxo e nada for feito no sentido de otimizar o tempo de *setup* que advém das mudanças de lote mais frequentes a eficiência é fortemente prejudicada.
- “*efficiency at any cost*”: Este paradigma preocupa-se exclusivamente com o custo de encomenda, mas descarta os custos de inventário, que representam um grande volume de perdas, neste caso.

A abordagem considerada ideal consiste em continuar a reduzir o tempo de *setup* no sentido de reduzir o tamanho do lote e incrementar o fluxo. O tamanho do lote deve ser recalculado

sempre que o tempo de *setup* é reduzido. A Figura 6 ilustra o efeito SMED no modelo EOQ, graças à redução do tempo de *setup* (Coimbra 2013).

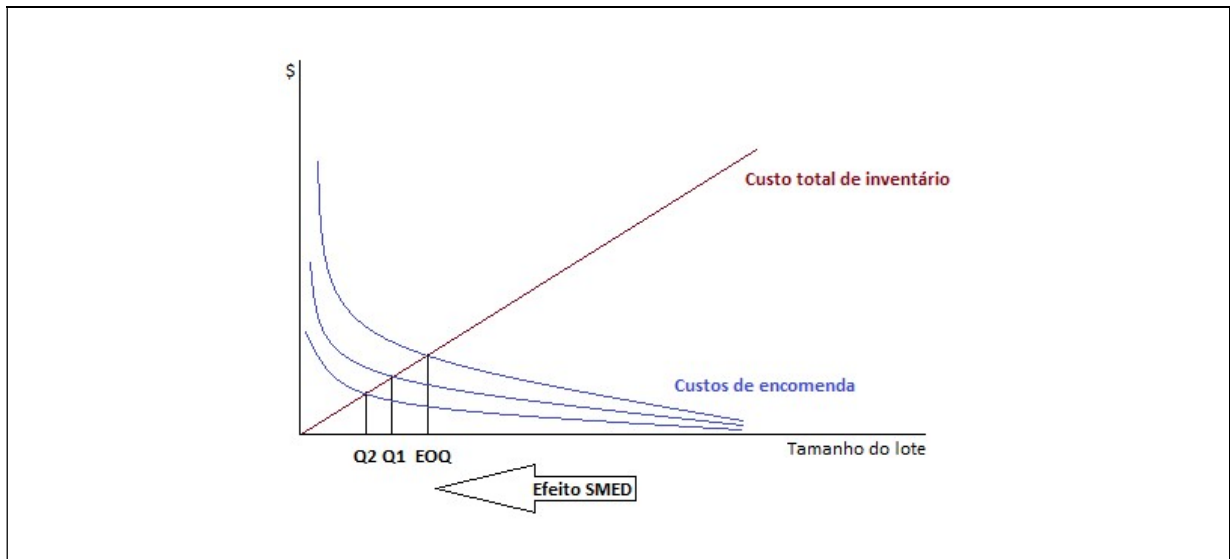


Figura 6 – Efeito SMED no modelo EOQ (adaptado de Coimbra (2013))

Entende-se por tempo de mudança de ferramenta (ou *setup*) o tempo decorrido entre a última unidade conforme da série anterior produzida com a eficiência requerida e a primeira unidade conforme produzida na nova série com a eficiência requerida. Esta definição engloba todos os custos de encomenda associados a uma mudança no plano de produção. Abrange, portanto, o tempo de paragem das máquinas envolvidas, bem como o tempo de preparação e ajustes, entre outros, em que não se produz com a eficiência pretendida (Coimbra 2013).

A Figura 7 resume as cinco etapas conceptuais desta metodologia.

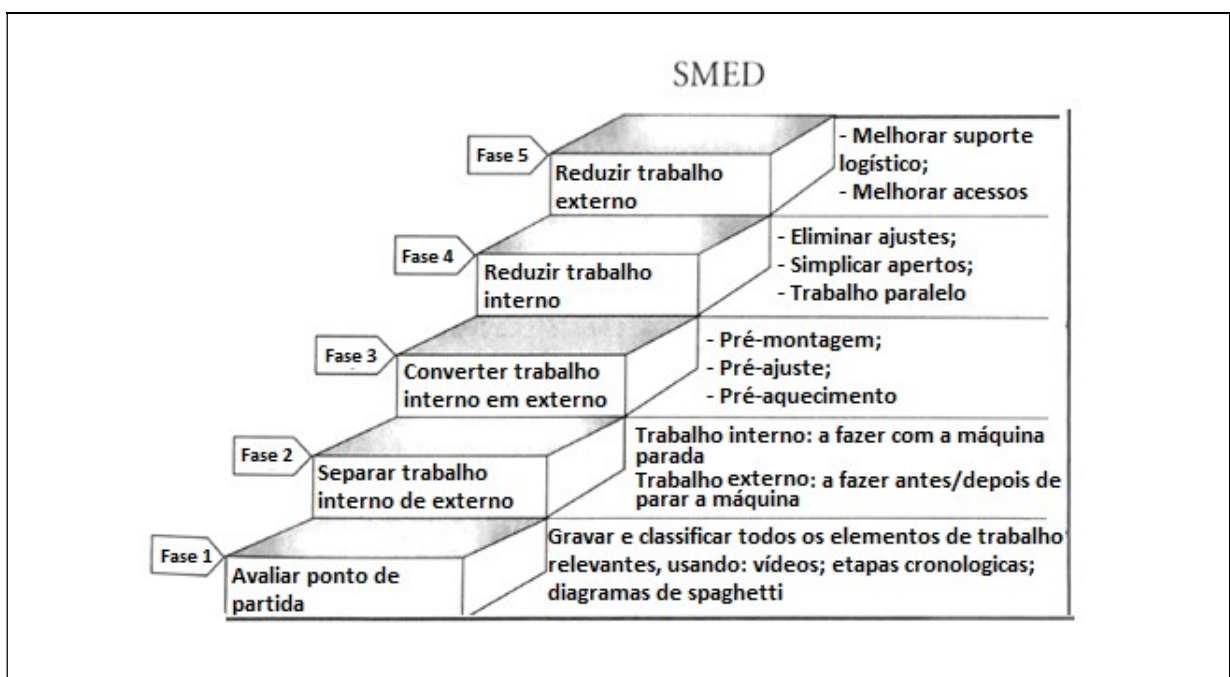


Figura 7 – Etapas SMED (adaptado de Coimbra (2013))

De seguida, são descritas com mais detalhe as fases da metodologia SMED apresentadas na Figura 7:

1. Avaliar ponto de partida: as condições de “terreno” devem ser estudadas em detalhe, cronometradas, idealmente filmadas e podem ser feitos diagramas de *spaghetti* dos movimentos feitos para executar as tarefas. Os diagramas de *spaghetti* evidenciam possíveis redundâncias ao reproduzir a percepção visual do fluxo, usando uma linha contínua para rastrear o caminho de um ou vários operadores.

A observação informal e a discussão de tarefas com os colaboradores envolvidos podem também ser esclarecedoras (Shingo e Dillon 1985).

2. Separar *setups* internos e externos: usando os resultados da análise da primeira etapa, cada tarefa é classificada como interna – tarefa que deve ser realizada com o equipamento parado – ou externa – tarefa que pode ser realizada com o equipamento em funcionamento. Distinguir as operações externas, segregá-las no início ou fim do processo e executá-las com o(s) equipamento(s) em funcionamento reduz significativamente o tempo necessário para o *setup* interno. As tarefas internas são organizadas num novo procedimento operacional e os colaboradores são depois instruídos para agir de acordo com essas metodologias.

Assim, dominar a distinção entre *setups* internos e externos constitui o passaporte para alcançar o SMED (Shingo e Dillon 1985).

3. Converter *setups* internos em externos: as tarefas internas reduzem a capacidade produtiva do processo e afetam o *output*, pelo que para reduzir eficazmente os tempos de *setup* é possível atuar de duas formas: investir em máquinas que permitam eliminar completamente o tempo de mudança ou converter tarefas internas em externas (Burcher, Dupernex, e Relph 1996).

Esta terceira etapa requer que se reexaminem as verdadeiras funções das operações, para que se perceba que tarefas estão a ser erradamente assumidas como internas e que se encontrem formas para converter essas tarefas em *setup* externo. Nesta fase é extremamente importante que se adotem novas perspetivas (Shingo e Dillon 1985).

4. Reduzir trabalho interno: são procuradas medidas para reduzir o tempo dedicado à realização de tarefas internas. Um exemplo para este efeito é a uniformização da geometria dos moldes (Coimbra 2013).
5. Reduzir trabalho externo: são procuradas medidas para reduzir o tempo dedicado a tarefas externas. Um exemplo para este efeito é armazenar os moldes junto do equipamento (Coimbra 2013).

A Figura 8 ilustra técnicas que podem ser associadas a algumas etapas apresentadas.

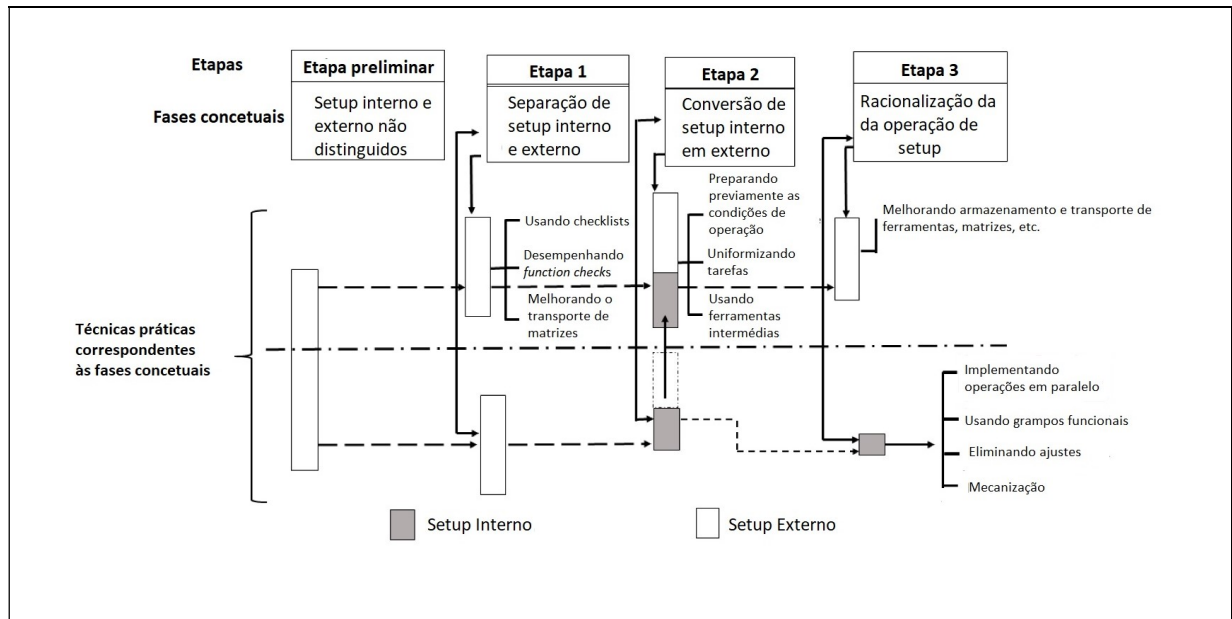


Figura 8 – Técnicas SMED associadas a cada etapa enunciativa (adaptado de Shingo e Dillon (1985))

Através da aplicação sistemática da metodologia SMED, é possível alcançar uma permanente redução de tempo de mudança de ferramenta. Normalmente, para que se obtenha a solução ótima, é necessário algum investimento na automatização do processo de mudança, que pode ser justificado pelos benefícios que acrescenta.

Desenvolver procedimentos *standard* e instruir os colaboradores a atuarem de acordo com os mesmos, constituem elementos-chave desta metodologia e podem garantir um bom fluxo de materiais e uma boa eficiência de equipamentos (Coimbra 2013) (Shingo e Dillon 1985).

3 Caracterização do Problema

3.1 Contextualização do problema

Até 2014, a atividade da linha nº 5 era destinada ao processo de enchimento de lotes de elevada dimensão e de um reduzido número de SKU. Com a reformulação do mercado de exportação do *Super Bock Group*, passou a existir a necessidade de lidar com um maior número de referências e menor tamanho dos lotes, o que implicou um aumento da frequência dos procedimentos de mudança. O aumento de complexidade de processo provocou a descida da *Overall Equipment Efficiency* (OEE) da linha (Anexo B).

O resultado do OEE que se pode referir a um intervalo de tempo parametrizável (turno, dia, semana, mês, ano) é calculado com base nas duas ferramentas: SAP R/3 e Jornal de Bordo. O SAP R/3 é o *software* de gestão adotado pelo Grupo. Importa referir neste contexto que este *software* incorpora a leitura de códigos de barras das paletes depois de etiquetadas, isto é, à saída da linha. Está previamente definido um intervalo de tempo padrão entre paletes consoante a capacidade homologada de cada linha, pelo que um desvio desse *target* deteta tempo improdutivo. Desta forma, consegue-se uma medição exata do tempo de paragem de cada linha de enchimento. O Jornal de Bordo é um instrumento informático em que uma das ferramentas contém o registo das várias perturbações ao funcionamento normal da linha. Cada coordenador, no final do turno em que operou a sua equipa, justifica a eventual ocorrência de tempos improdutivos que inviabilizam o OEE de atingir 100%, fornecendo a indicação de quanto tempo é que a linha não trabalhou à capacidade homologada e qual a razão para que tal tenha acontecido. Assim, o coordenador indica quanto tempo foi utilizado nas seguintes categorias: razões externas, pausas e reuniões, mudanças, arranque, limpeza, manutenção preventiva, avarias e mau funcionamento.

A forma como os vários indicadores evoluíram ao longo do tempo pode ser consultada no Jornal de Bordo. O tempo degradado (TD) é o tempo improdutivo não justificado, calculado pela subtração do tempo total que o sistema SAP indicou que a linha não estava a funcionar à capacidade homologada pelo somatório dos tempos associados pelo coordenador a cada uma das categorias enunciadas. A Figura 9 é ilustrativa da evolução de performance dos indicadores mais relevantes desde janeiro de 2014 até dezembro de 2017.

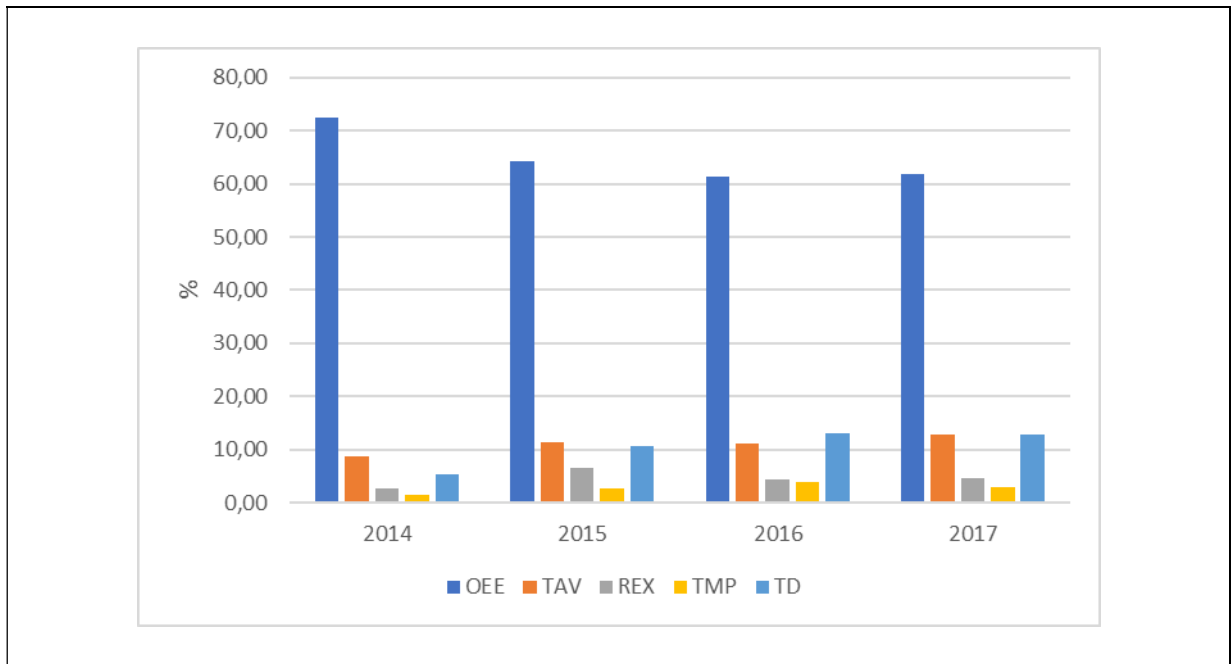


Figura 9 – Evolução dos indicadores ao longo do tempo (retirado do Jornal de Bordo)

A Figura 9 revela que no período entre 2014 e 2017 ocorreu:

- descida de OEE (*Overall Equipment Efficiency*), de 72,41% para 61,92%;
- aumento do TD (tempo degradado), de 5,44% para 12,71%;
- aumento do TAV (tempo de avarias), de 8,8% para 12,85%;
- aumento do TMP (tempo de mudança de produto), de 1,40% para 3,01%;
- aumento de REX (razões externas), de 2,75% para 4,60%.

Parte do TD pode ser integrante do TMP, porque o aumento do primeiro acompanhou a referida mudança de contexto: aumento do número de *setups*. Além disso, uma vez que a percepção do coordenador da mudança de produto não é rigorosamente cronometrada, pode não corresponder à definição teórica considerada na bibliografia (tempo decorrido desde a última paleta do SKU anterior até à primeira do SKU seguinte). Assim, o TMP é, neste momento, particularmente sensível à subjetividade do coordenador.

3.2 Descrição do processo de mudança de produto numa linha de enchimento

Uma mudança de produto em qualquer linha de enchimento implica que toda a linha se ajuste às especificações do novo SKU. O que define a intervenção em cada equipamento é o tipo de mudança, como pode ser consultado na Tabela 1.

Tabela 1 – Equipamentos passíveis de ser mudados/reprogramados associados a cada tipo de mudança

Tipo de mudança	Equipamentos							
		Despaleti- zadora	Sopra- dora	Enche- doras	Pasteu- rizador	Rotula- doras	Encartona- dora	Robots de paleti- zação
	Cerveja			X	X	X	X	
	Tara	X	X	X	X	X	X	X
	Cápsula			X		X		
	Rotulagem					X		
	Embalagem secundária						X	X

É comum que ocorram mais do que um tipo de mudança em simultâneo, agregando, por exemplo, uma mudança de cápsula com uma mudança de embalagem secundária.

Dos equipamentos referidos na Tabela 1, existem três que são considerados críticos - enchedoras, rotuladoras e encartonadoras – porque podem exigir mudança física de peças. Nos restantes equipamentos, as mudanças são feitas apenas através de alteração no programa de controlo associado.

De um ponto de vista global, a mudança física de peças nos equipamentos em que é necessária intervenção é feita de forma faseada. Acabando de encher e capsular a última garrafa do SKU anterior, a produção é interrompida nestes equipamentos e iniciada a preparação para o SKU seguinte. Nesse momento, o resto da linha continua a escoar as últimas garrafas do SKU anterior. Rotulada a última garrafa, a rotuladora é mudada e preparada para o SKU seguinte. Por fim, finalizado o empacotamento da última caixa, a encartonadora é preparada para o novo SKU. O tempo de *setup* é definido como o intervalo de tempo entre a entrega da última paleta do SKU antecedente e a entrega da primeira paleta do SKU seguinte à Logística.

A equipa dispõe de um elemento responsável pela área compreendida entre as enchedoras e o pasteurizador e de três responsáveis pela zona compreendida entre o pasteurizador e as rotuladoras. O quinto elemento, o coordenador, é responsável pela linha como um todo. Assim, numa mudança, a equipa dispõe do coordenador e de um operador para efetuar o *setup* das enchedoras, enquanto os restantes asseguram o fim de enchimento do SKU a ser escoado, nas suas funções “normais”. Depois, o coordenador e o operador voltam às suas funções “normais” e asseguram o início de enchimento, enquanto os outros três elementos efetuam a mudança nas rotuladoras e na encartonadora.

As peças que não são utilizadas ou que foram retiradas são armazenadas em carros. Na Figura 10 é apresentado um exemplo de um desses carros, destinado às peças de formato das enchedoras relativas à tara de 0,25 litros. Cada lado do carro contém as peças relativas a essa tara para cada enchedora. Existem mais carros com este *layout*, associadas às diferentes taras.

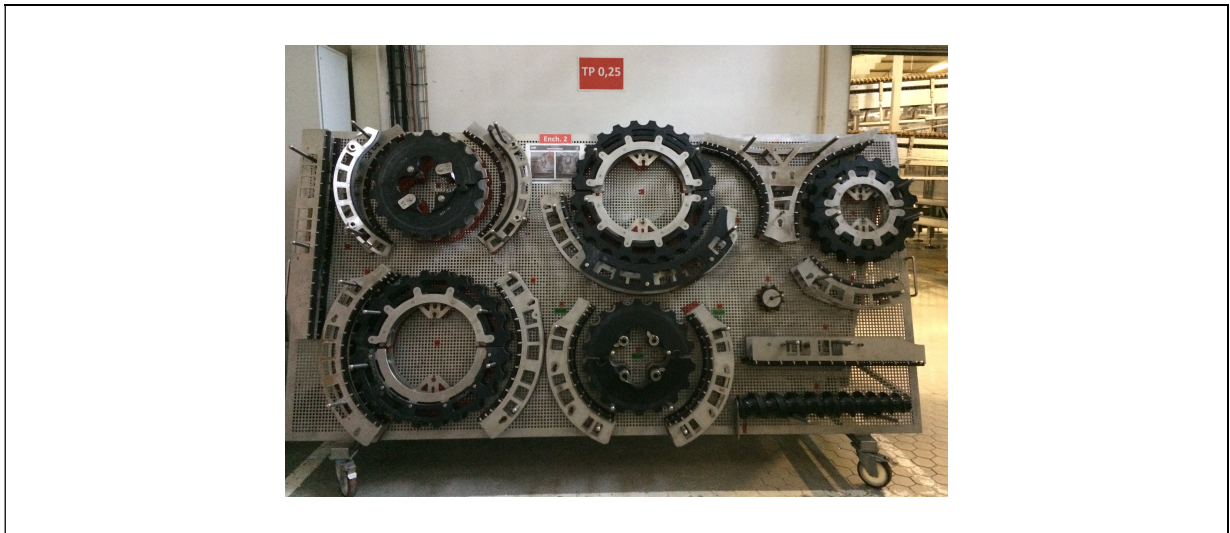


Figura 10 - Carro para armazenar as peças de formato de 0,25 litros para ambas as enchedoras

A Figura 11 ilustra o carro para armazenar os pistões de capsulagem para a enchedora 2. Cada carro contém os 18 pistões de capsulagem necessários, pelo que existe um carro para cada enchedora.



Figura 11 – Carro para armazenar os pistões de capsulagem da enchedora 2

Cada equipa tem ao seu dispor uma mala de ferramentas, onde se encontram todas as ferramentas necessárias à realização da mudança.

3.3 Fatores que podem introduzir variabilidade no tempo de *setup*

O tempo de *setup* pode ser influenciado por diversos tipos de fatores. No sentido de perceber quais, esta questão foi abordada com os técnicos superiores das linhas de enchimento, bem como com os colaboradores da linha nº 5. O *brainstorm* daí resultante permitiu identificar os fatores de variabilidade de seguida apresentados, sendo eles o tipo de mudança, o fator humano e a disponibilidade de meios técnicos.

Tal como foi identificado na Tabela 1, a cada tipo de mudança está associada a intervenção em determinados equipamentos. Na presente secção, foca-se apenas nos equipamentos críticos, onde há mudança física de peças. Os equipamentos que requerem *setup* e as peças a alterar variam consoante cada tipo de mudança. Para além disso, as afinações e reajustes da linha à nova referência também variam com o tipo de mudança. De referir que não existe, para a linha de enchimento nº 5, nenhuma matriz que contemple os tempos de mudança entre cada produto, nem do ponto de vista global, nem em relação a qualquer tipo específico de equipamento.

A mudança de cerveja é feita nas enchedoras de forma automatizada, após escolhido o programa adequado no painel para o efeito. Este programa pode ser um dos seguintes:

- Mudança de cerveja sem introdução de água;
- Mudança de cerveja com introdução de água;
- Mudança de produto com execução de CIP (*cleaning in place*) com programa soda e esterilização;
- Mudança de cerveja com introdução de água e esterilização.

A duração da mudança automática depende das condições de higienização exigíveis para uma dada transição de SKU, cuja matriz de requisitos pode ser consultada no Anexo C.

A mudança de tara e a mudança de cápsula são feitas de forma manual nas enchedoras. Contudo, a primeira pressupõe a troca de todas as peças de formato associadas às dimensões da garrafa e a segunda pressupõe a troca das peças de formato da capsuladora e dos pistões de capsulagem. A Figura 12 é representativa da vista superior das posições das peças de formato da enchedora e da capsuladora. Note-se que os pistões de capsulagem não estão representados.

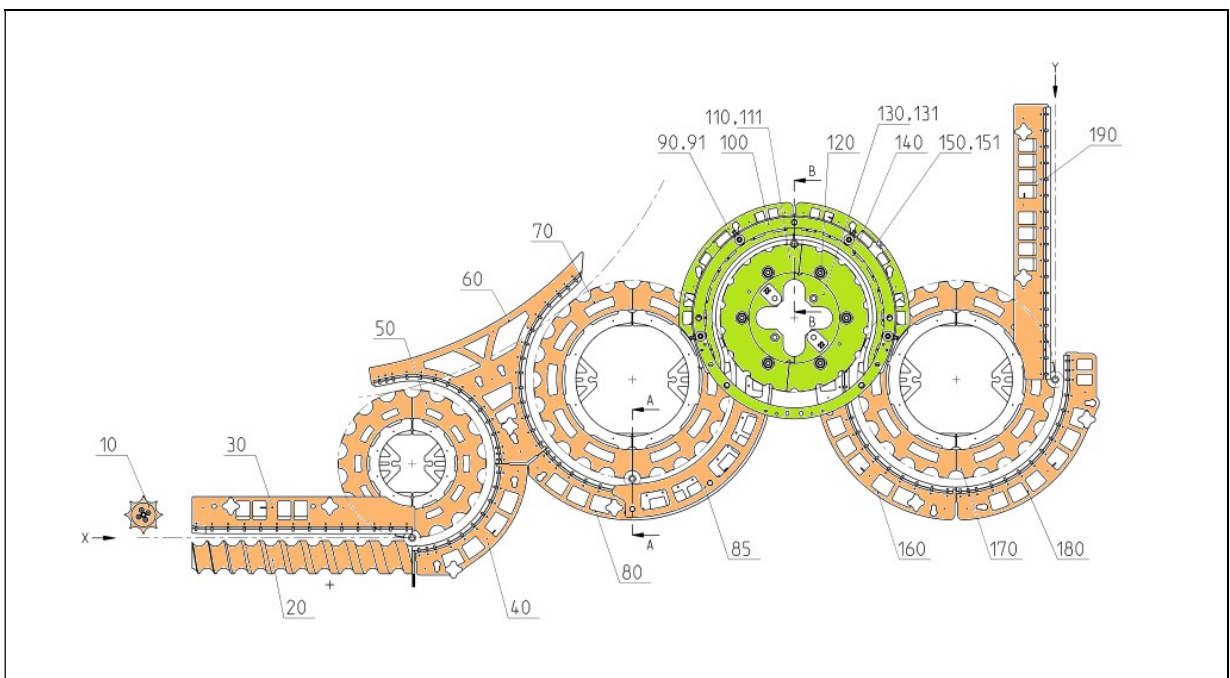


Figura 12 – Posição das peças de formato de uma enchedora

Numa mudança exclusiva de tara, as peças assinaladas a laranja na Figura 12, que se encontram na posição cuja numeração está compreendida entre 10 e 85 e entre 160 e 190, são trocadas. Numa mudança de cápsula, trocam-se as peças assinaladas a verde na Figura 12. Na mudança para cápsula coroa, colocam-se as peças que se encontram nas posições 90, 100,

110, 120, 130, 140 e 150. Numa mudança para cápsula *pull-off*, retiram-se as anteriormente descritas e colocam-se as peças que se encontram nas posições 91, 111, 131 e 151.

Como uma mudança de tara pressupõe passar para um tipo de garrafa diferente, a sopradora, os inspetores e os transportadores têm que ser ajustados e a rotulagem e a embalagem secundária alteradas. Na mudança de tara, a troca de garrafas é feita na despaletizadora e na mudança de cápsula, a troca de cápsulas é feita na sala de cápsulas.

A mudança de rotulagem pode variar consoante a cerveja (cujas marcas podem ser consultadas na Figura 2), o tipo de mercado (interno ou externo) e a tara da garrafa. Na primeira não são trocadas peças nas rotuladoras, sendo apenas trocados os rótulos. Quanto ao tipo de mercado, os SKU de mercado externo contemplam contrarrótulo pelo que as peças necessárias para o colar nas garrafas são acopladas na máquina. Quando muda a tara, é preciso ajustar as peças para o formato associadas às dimensões da garrafa.

A mudança de embalagem secundária, na encartonadora, não requer alteração de peças de formato, mas sim ajuste das mesmas. Neste contexto, há mudança do cartão que alimenta a máquina.

Ocorrendo mais do que um tipo de mudança em simultâneo, as intervenções nos equipamentos anteriormente descritas são combinadas. Por exemplo, numa mudança de tara e cerveja é feito o *setup* automatizado nas enchedoras e são trocadas manualmente as peças de formato associadas às dimensões, tanto nas enchedoras como nas rotuladoras.

O fator humano pode também influenciar o tempo decorrido num determinado *setup*, dado que o conhecimento técnico, a capacidade física e a experiência variam de pessoa para pessoa. Apesar de todas as equipas serem constituídas pelo mesmo número de elementos, isso não inviabiliza que se possam organizar de forma diferente. A ausência de procedimentos *standard* e da definição de boas práticas, faz com que uma dada mudança de produto não seja feita sempre da mesma forma. Nesse contexto, cabe a cada coordenador decidir de que modo quer organizar a sua equipa numa mudança de referência. Esta dependência no critério do coordenador torna a duração do processo de mudança muito variável. É necessário que esta situação seja alterada e que o processo se baseie num procedimento uniforme, aplicável a todas as equipas.

Uma mudança eficiente pressupõe o bom cumprimento de dois aspetos:

- Tempo: A mudança de ferramentas deve ser o mais rápida possível nos vários equipamentos envolvidos, uma vez que a sua paragem representa tempo improdutivo;
- Qualidade: É importante garantir o bom arranque da linha após a mudança, pelo que não se esperam paragens por problemas de ajustes de ferramentas ou necessidade de afinações subsequentes que deviam ter sido asseguradas durante a realização do *setup*.

Por fim, os meios técnicos podem introduzir variabilidade no tempo de mudança caso a disponibilidade das peças e das ferramentas não seja sempre assegurada.

4 Solução Proposta

Para que o processo de *setup* possa ser uniformizado, foi necessário reduzir a variabilidade entre a duração de cada *setup*. Assim, procedeu-se ao estudo dos vários fatores que podem estar na origem dessa variabilidade, os quais foram anteriormente descritos na secção 3.3.

4.1 Identificação dos tipos de mudança críticos

Na secção 3.3 foi referido que o tipo de mudança é um dos fatores responsáveis pela variação do tempo de *setup*. Assim, para obter resultados coerentes, cada tipo de mudança deve ser analisado de forma independente. Para se obterem resultados no período de tempo destinado ao desenvolvimento do presente projeto, foram analisados os *setups* que tinham maior impacto anual na eficiência da linha. Para os determinar, recorreu-se ao Jornal de Bordo e fez-se uma pesquisa personalizada com os registos dos coordenadores da linha nº 5 desde 2015 organizados por “data” (que incluiu dia e hora), “ID paragem”, “duração paragem” e “descrição paragem”. Esta informação foi extraída para o Excel e os dados foram filtrados por ID de paragem correspondente ao TMP. Foi adicionada uma coluna com o tipo de mudança de cada data. A classificação do tipo de mudança resultou da interpretação da descrição de paragem. Um excerto deste ficheiro pode ser consultado no Anexo D. Posteriormente, os dados foram transcritos no *software* estatístico *Minitab*. A Figura 13 e a Figura 14 foram extraídas deste *software*. Considerou-se que a realidade desde 2015 até 2017 não foi significativamente alterada, pelo que os dados foram analisados de forma agrupada para este período temporal.

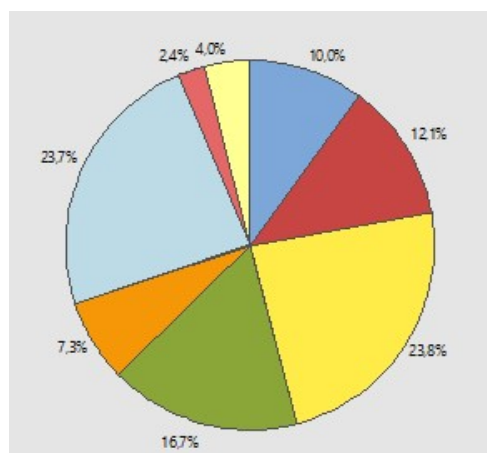


Figura 13 – Gráfico de setores de cada tipo de mudança (■ mudança de cerveja, ■ mudança de embalagem secundária, ■ mudança de tara, ■ mudança de tara e cápsula, ■ mudança de rotulagem, ■ mudança de cápsula, ■ mudança de cerveja e tara, ■ mudança de cerveja e cápsula)

O gráfico de setores da Figura 13 indica a percentagem de tempo de cada tipo de mudança, desde 2015 até 2017. Desta análise foi possível concluir que as mudanças que resultam na maior percentagem de tempo improdutivo são as mudanças de tara, de cápsula e de ambas em simultâneo, sem que haja mudança de cerveja, representando um peso percentual de 23,8%, 23,7% e 16,7% respetivamente. Embora elas apenas representem aproximadamente 36% do número total de mudanças compreendidas nestes três anos, são responsáveis por quase 65% do tempo total de mudanças.

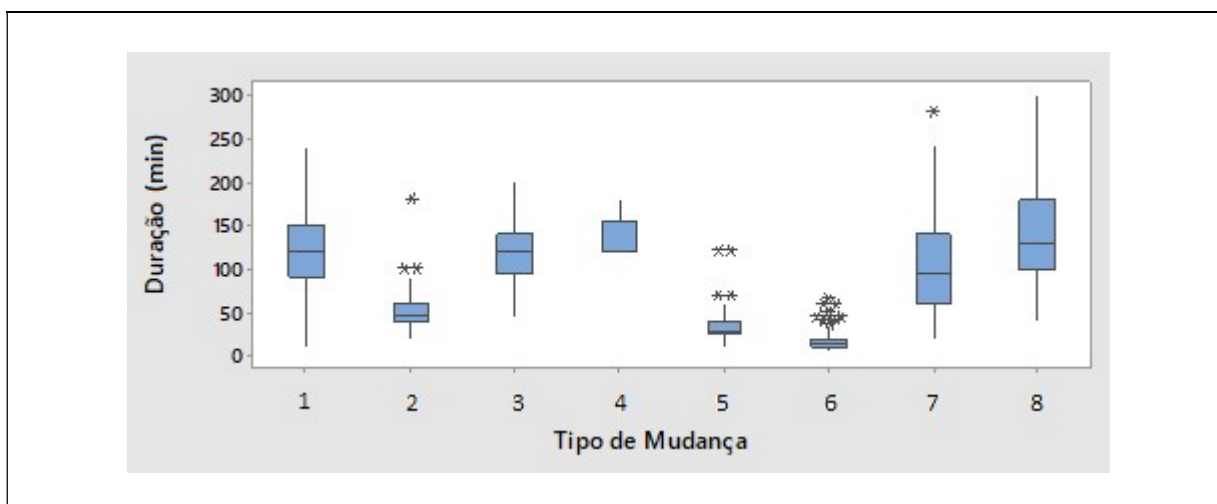


Figura 14 – *Boxplot* da duração lida no Jornal de Bordo (JB) associado a cada tipo de mudança (1 - mudança de cápsula, 2 - mudança de cerveja, 3 - mudança de cerveja e cápsula, 4 - mudança de cerveja e tara, 5 - mudança de embalagem secundária, 6 - mudança de rótulo, 7 - mudança de tara, 8 - mudança de tara e cápsula)

A Figura 14 apresenta o *boxplot* da duração de cada tipo de mudança entre 2015 e 2017. Assim, é possível visualizar a mediana, o primeiro e terceiro quartis e os valores máximo e mínimo da duração de cada tipo de mudança. Desta forma, evidencia-se a tendência central, a variabilidade e a existência ou não de simetria. Para além disto, permite identificar observações que se distanciam de forma incomum dos restantes dados (*outliers*), representados na figura por asteriscos. Os tipos de mudança com maior peso percentual identificados na Figura 13 (mudança de tara e/ou cápsula), são também as que apresentam maior variância, o que revela que provavelmente não são executadas sempre da mesma forma; ou seja, estes valores muito díspares podem ser indicativos de que não está a ser seguido um procedimento *standard* uniforme entre as várias equipas da linha nº 5.

Considerando os dados anteriores, concluiu-se que as mudanças mais influentes no OEE da linha nº 5 e, portanto, aquelas que serão o objeto de estudo da presente dissertação são as mudanças de tara e/ou cápsula sem que haja mudança de cerveja. De referir que a estes tipos de mudança podem estar, ou não, envolvidas mudanças de rotulagem e de embalagem secundária.

4.2 Identificação da equipa mais eficiente

O fator humano foi considerado na secção 3.3 como um potencial responsável pela variabilidade na duração de cada processo de mudança. Assim, foram estudadas as diferenças entre a *performance* das equipas nos tipos de mudança definidos na secção 4.1. O objetivo desta análise foi perceber se uma dada equipa é mais eficiente para um dado tipo de mudança. Caso se provasse, de facto, alguma discrepância, poder-se-ia partir do procedimento adotado

pela equipa mais eficiente, otimizá-lo e extrapolá-lo para as outras equipas. Desta forma seria minimizada a influência do fator humano.

As equipas que operam atualmente na linha nº 5 têm a mesma composição desde 2015, altura que coincidiu com o aumento do número de *setups*.

Foi feita uma pesquisa personalizada no *Jornal de Bordo*, nos mesmos moldes da recolha feita na secção 4.1, com a introdução de uma coluna adicional: “Equipa”. Novamente, os dados foram extraídos para Excel e obteve-se, por fim, uma tabela (que pode ser consultada no Anexo D, com as seguintes colunas: “data”, “equipa”, “ID paragem”, “duração paragem” e “tipo de mudança”. Dessa tabela filtraram-se os três tipos de mudança em estudo. Estes dados foram introduzidos no *Minitab*.

Nesta abordagem, apenas se considerará uma equipa mais eficiente do que as outras num determinado tipo de mudança, caso se detetem diferenças estatisticamente significativas entre as durações de cada uma. Para testar a dependência das variáveis “duração” da mudança e “equipa”, fez-se um teste de hipóteses, enunciado da seguinte forma:

$$H_0: \mu_{L5A} = \mu_{L5B} = \mu_{L5C} = \mu_{L5D} \quad (1)$$

$$H_1: \mu_{L5A} \neq \mu_{L5B} \neq \mu_{L5C} \neq \mu_{L5D} \quad (2)$$

Na hipótese nula (H_0), é enunciado que o tempo médio que cada equipa da linha 5 demora a efetuar a mudança (μ_{L5}) é igual para as 4 equipas (A, B, C e D). Na hipótese alternativa (H_1), é enunciado que os tempos médios referidos são estatisticamente diferentes.

Sendo que se tratam de quatro equipas, recorreu-se à ferramenta ANOVA (*analysis of variance*)-*oneway* do *Minitab* para que fosse possível fazer a análise de variâncias entre mais do que duas variáveis. Também no *Minitab*, neste contexto da análise de variância, fez-se um teste de *Tukey*, para que as equipas fossem comparadas duas a duas de forma a determinar os intervalos prováveis das diferenças e avaliar a significância prática das mesmas.

Para um nível de confiança de 95%, comparou-se o valor de prova de cada teste com o nível de significância de 0,05; no sentido de concluir acerca da possível rejeição da hipótese nula. No caso de o valor de prova ser inferior ao nível de significância, a hipótese nula é rejeitada. Se o mesmo for superior, conclui-se que não há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula.

A aplicabilidade do teste ANOVA pressupõe que as amostras sejam independentes, as variáveis normais e a variância constante.

Apresenta-se, de seguida, a análise de variância entre as equipas para cada tipo de mudança em estudo: validação dos pressupostos do teste ANOVA; modelação da relação entre as variáveis “Duração (JB)” (*response*) e “Equipa” (*factor*) como $Duração = f(Equipa)$; e teste de *Tukey*.

4.2.1 Equipa mais eficiente na Mudança de Tara

De seguida apresenta-se a validação dos pressupostos do teste ANOVA, para a Mudança de Tara, ilustrados na Figura 15. O valor de prova do teste de normalidade é superior ao nível de significância para um intervalo de confiança de 95% ($0,065 > 0,05$), o que sugere que não há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula que sugere uma distribuição normal. Visualmente, o gráfico da probabilidade normal dos resíduos segue aproximadamente uma linha reta, com alguns pontos situados longe da linha. Conclui-se que a distribuição das durações pode conter um ou mais *outliers*, isto é, valores atípicos, que devem ser excluídos de análises futuras de forma a que a interpretação dos resultados não seja prejudicada. Neste sentido, a distribuição pode ser considerada normal. O histograma sugere alguma assimetria, embora pouco acentuada. O gráfico de resíduos *versus* ajustes verifica a pressuposição de que

os resíduos são aleatoriamente distribuídos e têm variância constante, embora se consiga identificar mais uma vez a possível presença de um ou mais *outliers*. Uma vez que os resíduos se distribuem aleatoriamente em torno da linha central no gráfico de resíduos *versus* ordem, verifica-se que estes são independentes entre si, logo, as amostras são independentes.

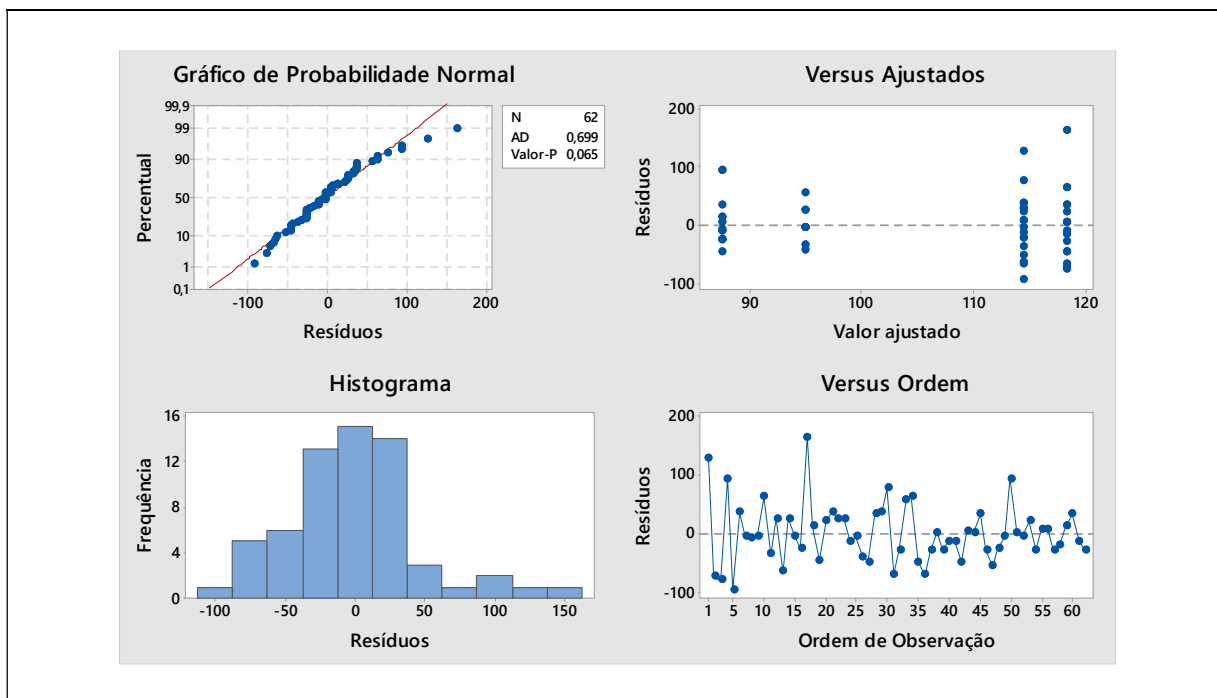


Figura 15 – Gráficos de resíduos da duração para a mudança de tara

Os *outliers* foram retirados e refeito o gráfico de resíduos. Após os pressupostos do teste ANOVA validados, seguiu-se a análise de variância, com a ausência de *outliers*.

A Figura 16 apresenta graficamente o tempo médio que cada equipa demora a executar a mudança de tara e os resultados da análise de variância.

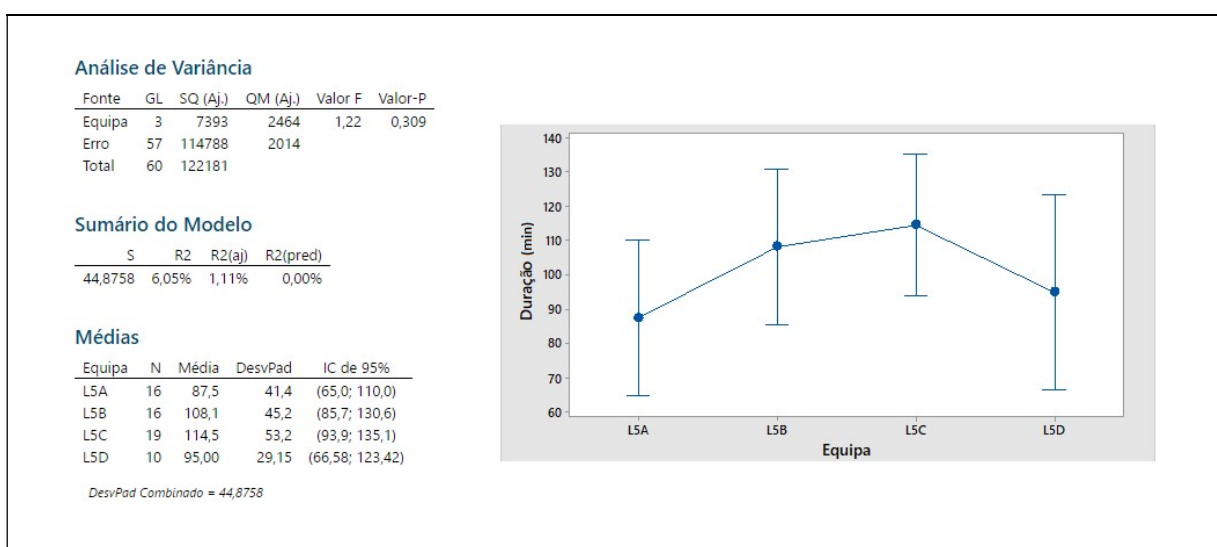


Figura 16 – Print screen da janela de saída após *performance* do ANOVA-oneway para a duração da mudança de tara em função da equipa

De acordo com a Figura 16, as equipas A e D aparentam ser em média mais rápidas do que a B e C. É também possível observar-se uma maior variabilidade na equipa D. Contudo, o valor de prova de 0,309 permite afirmar com 95% de confiança que não há evidência estatística que permita rejeitar a hipótese nula, pelo que os tempos médios que cada equipa demora a executar uma mudança de tara não são significativamente diferentes.

O teste de *Tukey*, na Figura 17, corrobora que aparentemente não existem diferenças estatisticamente significativas entre as equipas.

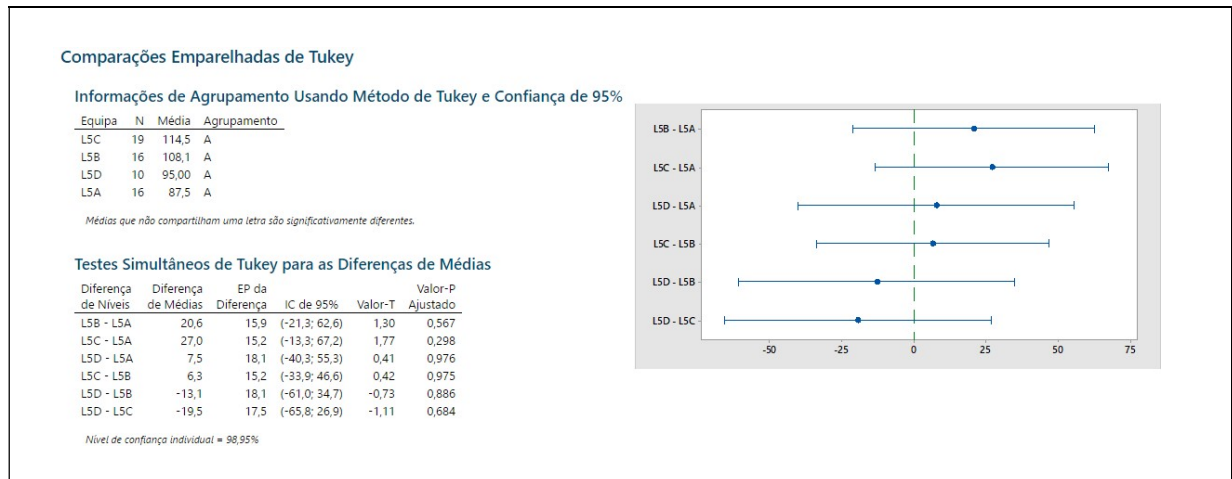


Figura 17 – *Print screen* da janela de saída após *performance* do teste de *Tukey* e gráfico correspondente (duração em função da equipa numa mudança de tara)

Em conclusão, não há evidência estatística que permita afirmar que as equipas demorem tempos significativamente diferentes a fazer uma mudança de tara; pelo que os procedimentos dos quais se partirão para posteriores otimizações de mudança de tara não terão como critério a equipa que os efetua. Neste caso, considera-se que o fator humano não influencia a duração da mudança.

4.2.2 Equipa mais eficiente na Mudança de Cápsula

Através da interpretação do gráfico de resíduos foi possível validar os pressupostos do teste ANOVA, desta vez sem a existência de *outliers*.

A Figura 18 apresenta a análise de variância da duração da mudança de cápsula em função da equipa, cuja análise indicia que a duração média das equipas a executar uma mudança de tara é decrescente da A para a D. Contudo, não há evidência estatística que essas durações sejam significativamente diferentes, uma vez que o valor de prova é de 0,533.

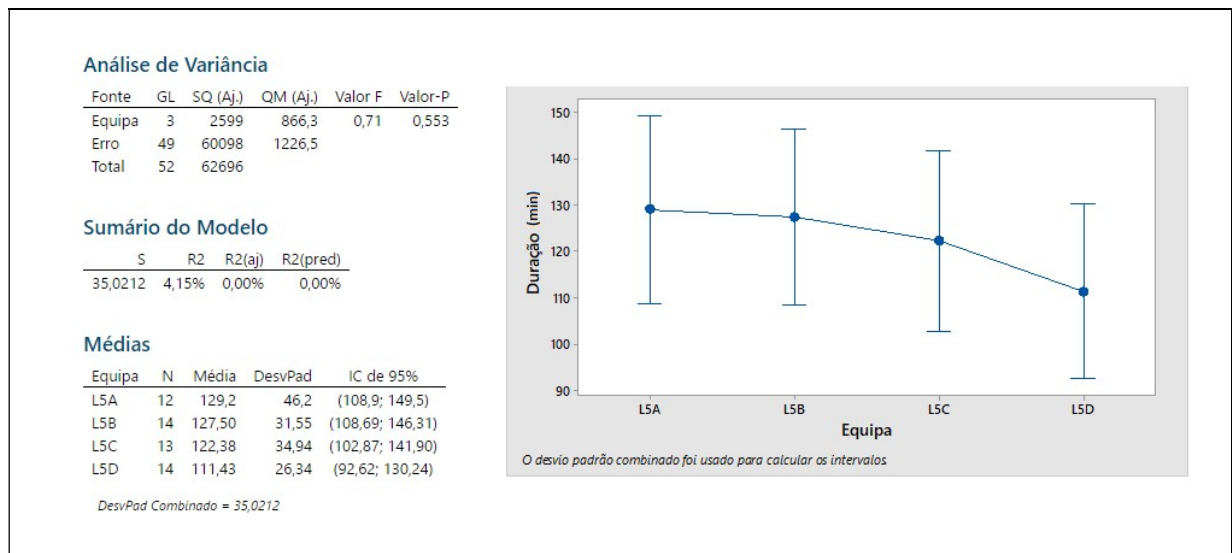


Figura 18 - *Performance* do ANOVA-oneway para a duração da mudança de cápsula em função da equipa

O teste de *Tukey*, apresentado na Figura 19, sugere também a inexistência de diferenças estatisticamente significativas, embora mostre uma maior discrepância de duração da mudança entre as equipas A e D.

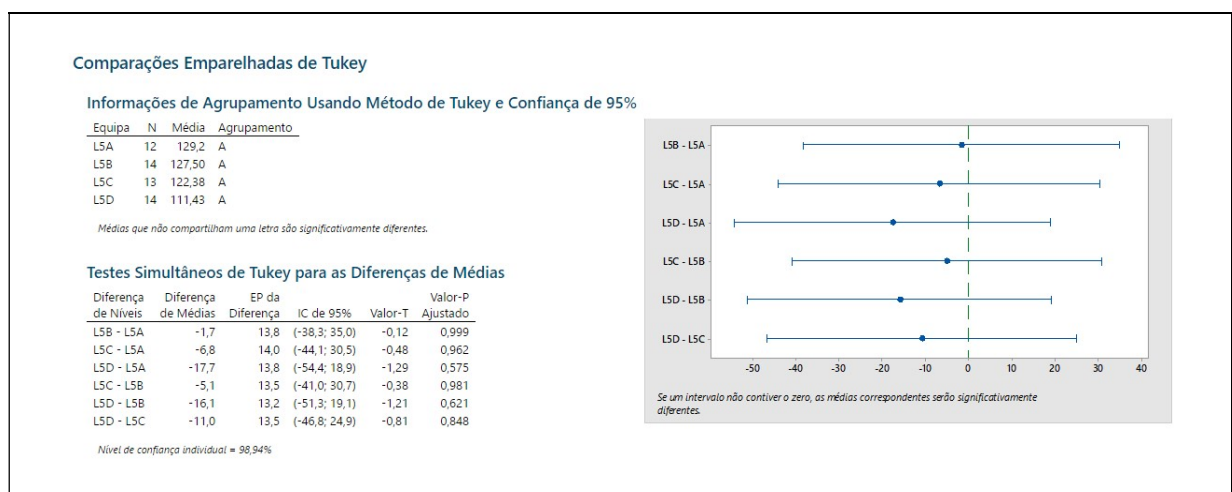


Figura 19 - *Performance* do teste de *Tukey* e gráfico correspondente (duração em função da equipa numa mudança de cápsula)

Tal como no caso da mudança de tara, assumir-se-á que os procedimentos de mudança de cápsula a observar para identificação de melhorias poderão ser executados por qualquer equipa, porque não se identifica influência na variabilidade da duração de *setup* causada pelo fator humano.

4.2.3 Equipa mais eficiente na Mudança de Tara e Cápsula

O gráfico de resíduos para validação dos pressupostos do teste ANOVA voltou a indiciar a existência de *outliers*, tal como ocorreu na secção 4.2.1.. Os *outliers* foram excluídos para as análises que se seguem.

De acordo com a Figura 20, as equipas B e D apresentam maior variabilidade, sendo que esta última também aparenta ser em média a mais rápida.

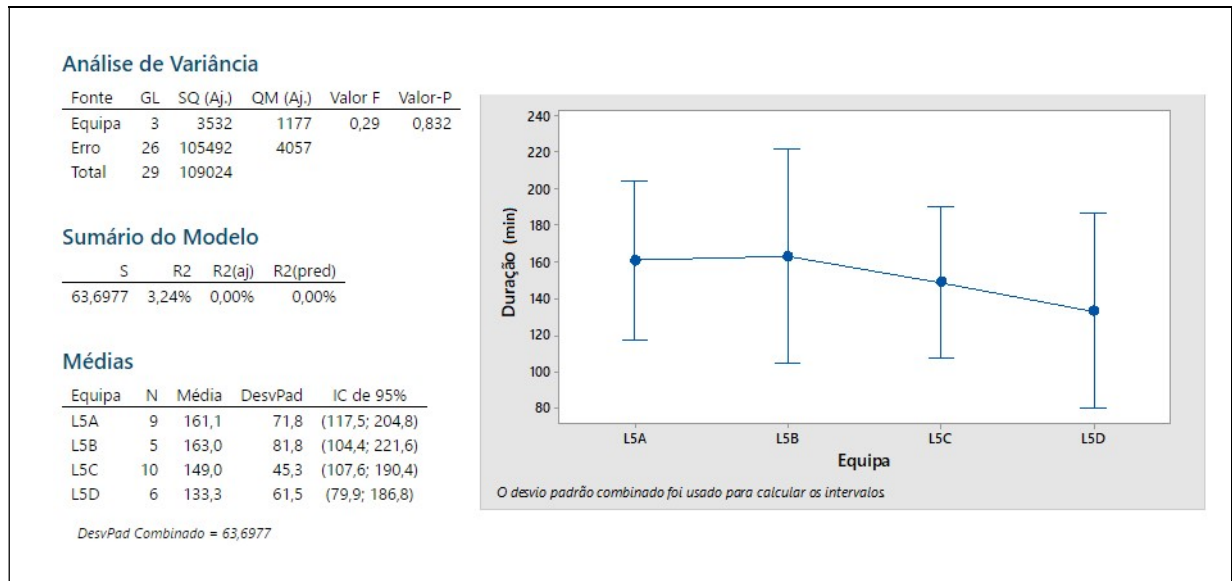


Figura 20 - Performance do ANOVA-oneway para a duração da mudança de tara e cápsula em função da equipa

Dos três tipos de mudança analisados, este é o que parece apresentar menores diferenças significativas entre as equipas, como pode ser visto visualmente na Figura 21 e pelo mais elevado valor de prova: 0,832.

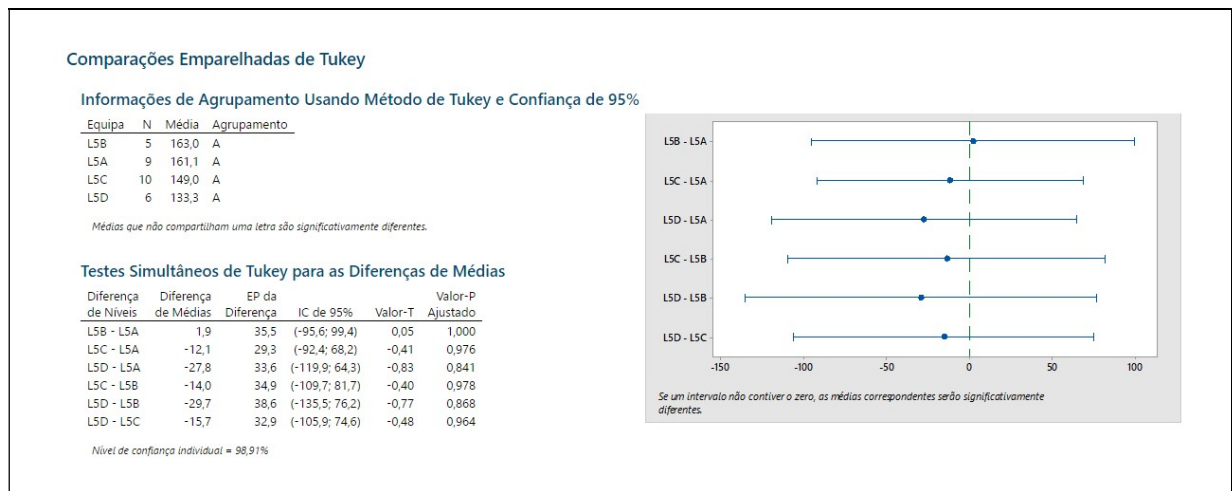


Figura 21 - Performance do teste de Tukey e gráfico correspondente (duração em função da equipa numa mudança de tara e cápsula)

Assim, a equipa que executa a mudança de tara e cápsula não será fator discriminante para as conclusões tiradas dos procedimentos deste tipo de mudança.

4.3 Observação no gamba

Na secção 4.1, foram definidos os tipos de mudança críticos para tornar a otimização do tempo de *setup* mais expedita. Pelo mesmo motivo, considerou-se necessário identificar também o *bottleneck* destes tipos de mudança. Para tal, foram feitas observações de procedimentos de mudança de tara e/ou de cápsula, sem alteração do tipo de cerveja, no *gamba*.

Uma vez que foi verificado que não havia evidência da existência de diferenças estatisticamente significativas entre a *performance* das equipas, a observação não teve em consideração qual a equipa que estaria a efetuar a mudança.

Foi observado que o tempo de mudança das enchedoras era pelo menos o dobro do tempo de *setup* dos restantes equipamentos. Assim, considerou-se que as enchedoras correspondem ao *bottleneck* do processo de mudança de tara e/ou de cápsula. Pelo facto do processo de mudança ser faseado (como descrito na secção 3.2), o tempo de mudança das enchedoras define também o tempo global de mudança de produto.

Para além disto, as enchedoras são também o *bottleneck* do processo de enchimento, uma vez que a sua velocidade é a que define a capacidade homologada da linha nº 5. Então, a mudança das mesmas deve ser agilizada o mais possível, pelo que o presente estudo se focará na otimização destes equipamentos.

No que refere à variabilidade associada à disponibilidade dos meios técnicos, introduzida na secção 3.3, concluiu-se que estes estavam sempre disponíveis. Contudo, a análise SMED, a apresentar na secção 4.5, permitirá avaliar a viabilidade dos mesmos de forma mais metódica.

4.4 Caracterização da duração do processo de mudança *as is*

Tendo sido considerado que a equipa não influencia significativamente o tempo de *setup* de nenhuma das três mudanças estudadas, são apresentados de seguida os histogramas respetivos do total de mudanças executadas por todas as equipas desde 2015 até 2017 para cada tipo. Assim, a Figura 22, a Figura 23 e a Figura 24 ilustram os histogramas do tempo de mudança dos tipos “mudança de tara”, “mudança de cápsula” e “mudança de tara e cápsula” respetivamente.

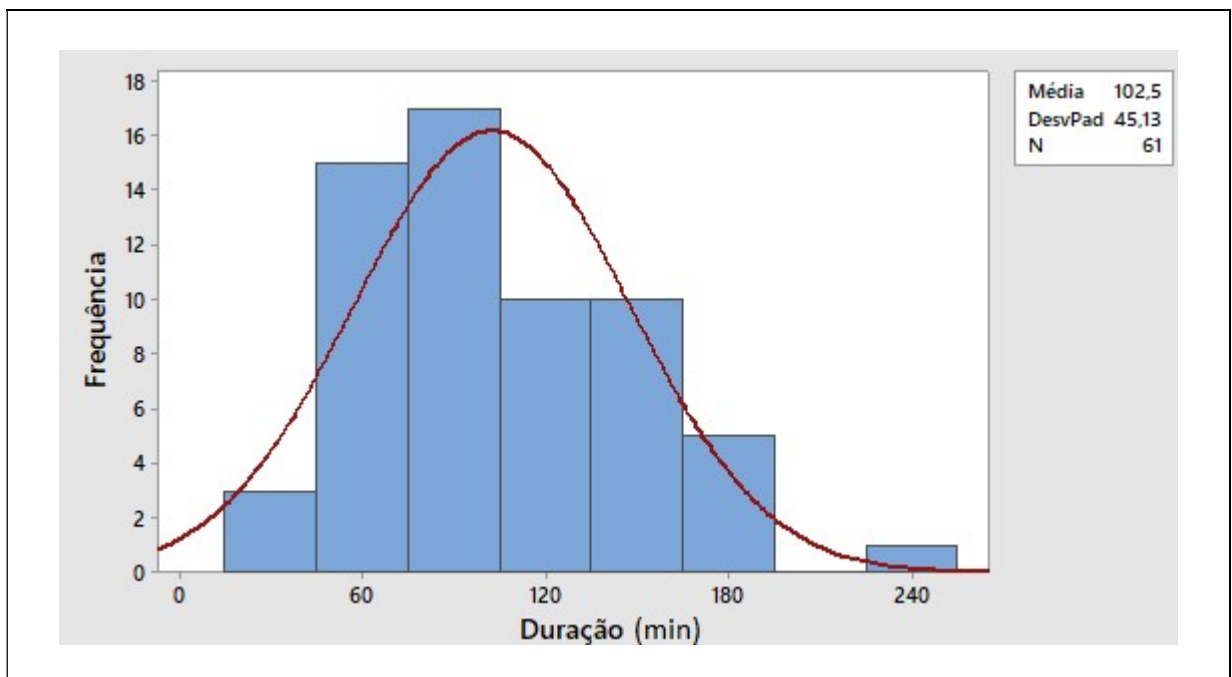


Figura 22 – Histograma das mudanças de tara

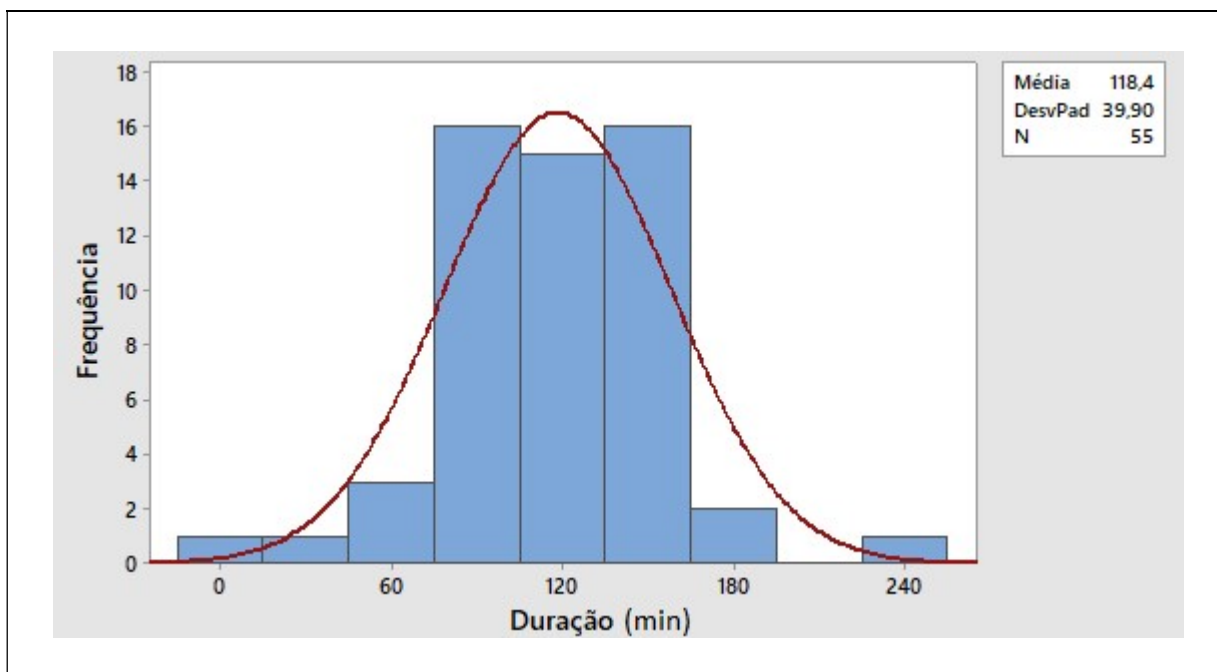


Figura 23 – Histograma das mudanças de cápsula

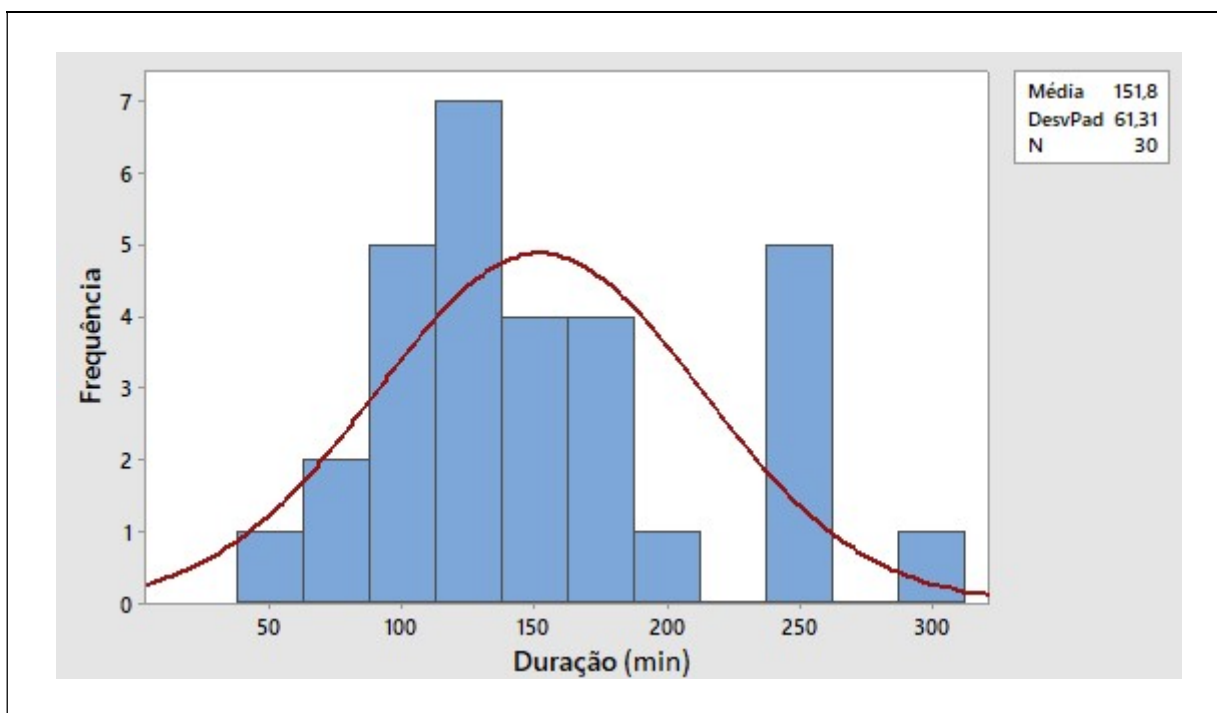


Figura 24 – Histograma das mudanças de tara e cápsula

Os tempos médios anteriormente apresentados correspondem aos tempos de cada tipo de mudança do processo *as is* e são aqueles que servirão de base para quantificar posteriores melhorias que venham a ser introduzidas.

4.5 Metodologia SMED

As etapas da metodologia SMED foram seguidas tal como se descreveu na secção 2.4, atuando no *bottleneck* dos três tipos de mudança críticos. Assim, de seguida, é descrita a

análise feita nas enchedoras relativamente à mudança de tara, à mudança de cápsula e à mudança de tara e cápsula.

Uma vez que são duas enchedoras, pôs-se a hipótese de parar uma enchedora de cada vez, para que a produção não fosse totalmente interrompida. Contudo, isto implicaria que toda a linha teria que ser adaptada a esta nova realidade. Uma vez que este estudo acarreta um aumento de complexidade do problema que não é ajustado ao tempo destinado à realização do presente projeto, esta será uma sugestão a considerar em trabalhos futuros. Assim, o presente estudo assume a paragem e arranque das enchedoras sempre em simultâneo.

4.5.1 Mudança de tara

Avaliação do ponto de partida

No âmbito da definição do ponto de partida, foram observadas no terreno (*gemba*) e filmadas várias mudanças de tara. Embora os procedimentos de mudança sejam diferentes consoante a equipa que executa o *setup*, foi possível identificar uma sequência de operações comum na maioria deles. Assim, a análise destas filmagens permitiu identificar essa sequência cronológica comum de operações para o tipo de mudança de tara, a duração média de cada operação, as ferramentas usadas para o efeito e o colaborador que costuma executar cada uma delas (tabela 1 do Anexo E). A cronometragem das operações só foi iniciada quando se pararam as enchedoras, ou seja, quando se iniciou o trabalho interno. A média da duração de trabalho interno das mudanças de tara observadas é de 115 minutos.

A observação das filmagens permitiu elaborar um diagrama de *spaghetti* do coordenador e do operador B, o qual pode ser visualizado na Figura 25, em que a verde estão sinalizados os movimentos do coordenador e a vermelho os movimentos do operador B.

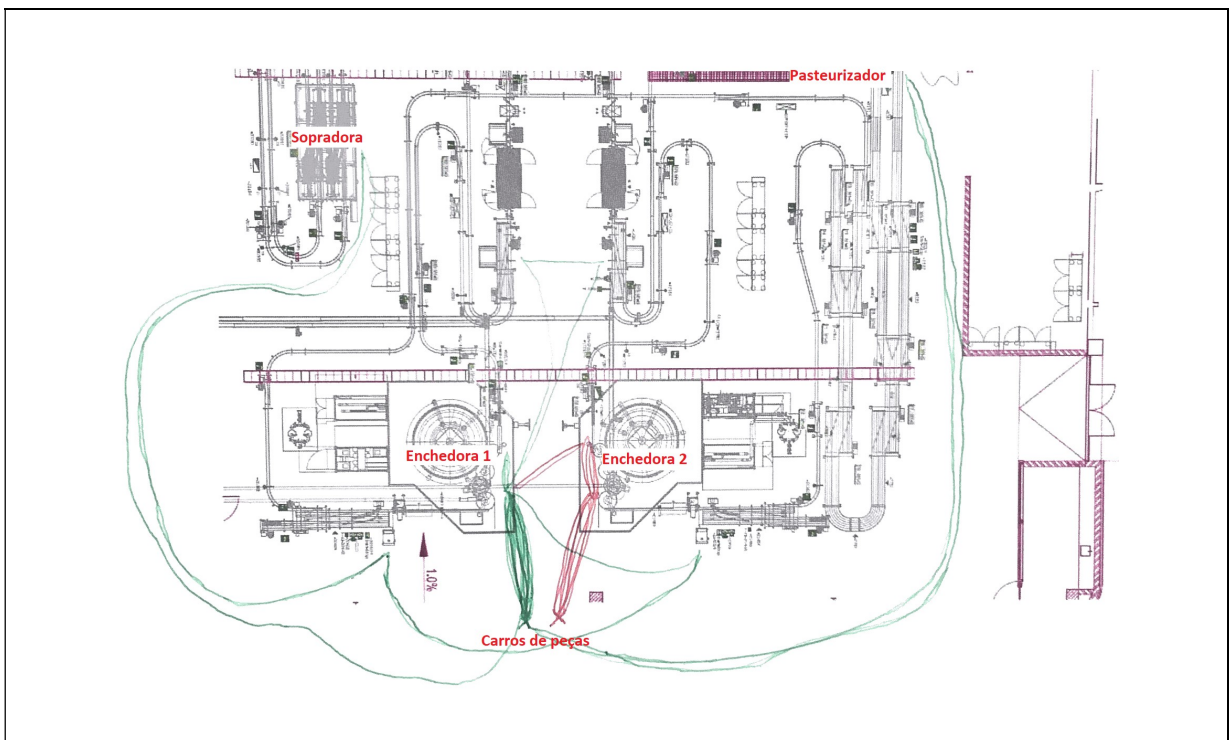


Figura 25 – Diagrama de *spaghetti* da mudança de tara filmada

A Figura 25 apresenta maior densidade das linhas entre as enchedoras e a zona onde se encontram os carros com as peças do SKU anterior e seguinte e evidencia um caminho maior

percorrido pelo coordenador entre a enchedora 1 e o pasteurizador e entre a enchedora 1 e a sopradora.

Separação de *setups* internos e externos

De acordo com os conceitos teóricos introduzidos na secção 2.4, a listagem das operações do Anexo E foi interpretada de forma a classificar cada uma das operações como interna ou externa. Esta classificação pode ser visualizada na tabela 2 do Anexo E, sendo possível detetar a presença de operações externas realizadas entre as internas. A Tabela 2 identifica as operações externas realizadas enquanto as enchedoras estavam paradas.

Tabela 2 – Operações externas executadas entre operações internas na mudança de tara

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min)
9	Instruções ao operador B	2
10	Empurrar garrafas no pasteurizador	6
18	Procurar ferramenta	13
20	Esperar por garrafas	10

Como introduzido na secção 2.4, o trabalho externo é aquele que pode ser realizado com a máquina em movimento. Se as enchedoras estivessem a produzir, não seria inviabilizada a execução das operações observadas na Tabela 2. Contudo, as operações de dar “instruções ao operador B”, “procurar ferramenta” e “esperar por garrafas” não devem ser necessárias. A operação de “empurrar garrafas no pasteurizador”, embora necessária, envolve um equipamento cujo funcionamento não é dependente do funcionamento das enchedoras.

As operações abordadas na Tabela 2 foram analisadas individualmente para que se encontrassem oportunidades de melhoria.

Operação “Instruções ao operador B”

Para evitar que se interrompa a mudança para o esclarecimento de dúvidas foi criado um Procedimento Operacional *Standard* (POS) onde se clarifica a sequência de operações aos colaboradores. Este procedimento deve ser conhecido por todos os eles, pelo que estes devem receber formação neste sentido. Para o elaborar foi necessário concluir a análise SMED para este tipo de mudança.

No caso das mudanças assistidas, a operação de dar “instruções ao operador B” costuma demorar em média 2 minutos. Contudo, a ela também podem estar associadas perdas de rendimento pela interrupção da operação.

Operação “Empurrar garrafas no pasteurizador”

O diagrama de *spaghetti* da Figura 25 indica o percurso percorrido pelo coordenador desde a enchedora até ao pasteurizador e, na avaliação do ponto de partida, este foi tido como um percurso consideravelmente maior que os restantes.

Esta operação é executada no momento em que as últimas garrafas do SKU anterior estão a entrar no pasteurizador. Nesta altura está a ocorrer mudança nas enchedoras, enquanto os operadores do resto da linha estão a exercer funções normais de funcionamento para escoar as restantes unidades. Assim, sugeriu-se que esta atividade fosse feita por um operador que não estivesse envolvido na mudança das enchedoras; mas sim por algum dos restantes três colaboradores da equipa. Esta operação foi, por isso, excluída do POS de mudança de tara nas enchedoras.

Operação “Procurar ferramenta”

A sustentação teórica contida na secção 2.2.2 refere os esforços de procurar uma ferramenta como exemplo de desperdícios de movimento. No sentido de facilitar a acessibilidade das ferramentas, concebeu-se um tabuleiro com as divisões necessárias para cada ferramenta utilizada na mudança das enchedoras. Estas divisões foram devidamente identificadas com o nome da ferramenta à qual estão destinadas. Assim, antes da mudança (externamente), transferem-se para o tabuleiro as ferramentas necessárias. No início da mudança (internamente), este tabuleiro é introduzido dentro da enchedora, o mais próximo possível do operador.

Operação “Espera por garrafas”

O desperdício de espera associado à “espera por garrafas” foi comum na maioria das mudanças observadas. Esta operação pode ser eliminada se o prestador de serviço responsável pela despaletização souber exatamente quando deve começar esta operação para o novo SKU. A partir do momento em que o coordenador indica o “corte” de garrafas, o prestador de serviço despaletiza as últimas 6 paletes do SKU. No final, ele pode começar desde logo a despaletizar paletes do SKU a encher. Quando a linha estiver “carregada” com novas garrafas até às enchedoras, ou seja, quando atingir o limite de saturação, ele pode interromper a função de despaletização e retomar no final da mudança.

Assim sendo, foi incluído no POS da mudança de tara a altura em que o prestador de serviço deve executar esta operação, pelo que este deve ter conhecimento e acesso ao mesmo.

Na tabela 3 do Anexo E apresentam-se as operações externas e internas devidamente segregadas, com a eliminação das operações referidas.

Conversão setups internos em externos

A partir da tabela 3 do Anexo E, identificou-se uma operação interna que pode ser convertida em externa, sendo esta representada na Tabela 3.

Tabela 3 – Operações internas passíveis de ser convertidas em externas na mudança de tara

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min)
16	Ajustes	14

A operação de “ajustes” referida na Tabela 3 refere os ajustes das peças de entrada da enchedora 1, da sopradora e dos inspetores de ambas as enchedoras.

Ajustar as peças de entrada é trabalho interno porque requer que as enchedoras não estejam a produzir. Contudo, os inspetores e a sopradora situam-se fora do equipamento, pelo que podem ser ajustados com as enchedoras em movimento. Assim, a operação de ajustes foi parcialmente convertida em trabalho externo.

Operação “Ajuste de inspetores e da sopradora”

Os equipamentos responsáveis pela inspeção de vazio e de nível, que se encontram respetivamente à entrada e à saída das enchedoras, referidos na secção 1.2.2 e a sopradora têm que ser reprogramados para se ajustarem à nova tara. Embora este procedimento não exija mudança física de peças, a sopradora e a enchedora, por exemplo, não se encontram próximas uma da outra, como se confirma pela análise do caminho percorrido pelo colaborador, representado na Figura 25, onde se deteta desperdício de movimento. Assim, o ajuste destes equipamentos pode ser feito antes de parar as enchedoras, desde que por eles já tenham

passado a última garrafa do SKU anterior. Assim, a operação de “ajustar a sopradora e os inspetores” foi considerada externa e anterior à mudança.

Redução de trabalho interno

Para reduzir o trabalho interno, foi necessário perceber quais as operações internas passíveis de melhoria. A Tabela 4, obtida a partir da tabela 3 do Anexo E, representa cada uma dessas operações associada à duração de cada uma.

Tabela 4 – Operações internas críticas de uma mudança de tara

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min)
7, 8, 11, 12	Mudar e transportar peças de formato	38
16	Ajustes	14
19	Apertar fixação da capsuladora	3
21	Testar enchimento	5

De seguida, analisou-se cada uma delas no sentido de se encontrarem oportunidades de melhoria.

Operação “Mudar e transportar peças de formato”

Como referido na avaliação do ponto de partida, o diagrama de *spaghetti* apresentado na Figura 25 apresenta maior densidade nas linhas correspondentes ao transporte das peças. Esta atividade de transporte não acrescenta valor nem ao produto nem ao processo e pode ser considerado um desperdício de movimento. Contudo, as dimensões do carro que contém as peças de formato não permitem que este seja colocado entre as enchedoras. Também não é possível que o carro seja redesenhado para um tamanho mais pequeno, porque o carro atual já tem a dimensão mínima para conter todas as peças.

Embora o carro das peças a colocar deva ser posicionado o mais perto possível das enchedoras, o movimento de transportar peças poderia ser efetuado por um terceiro operador: o prestador de serviço (PS) que é responsável pela despaletização. Enquanto a mudança não estiver concluída, haverá um limite de saturação de garrafas na linha, que corresponde ao número de garrafas da tara do novo SKU que cabem nos transportadores entre a despaletizadora e as enchedoras. Por este motivo, enquanto o PS não puder dar continuidade à sua atividade, pode apoiar a mudança. Assim, foi sugerido que este pouse as peças retiradas junto à parede e transporte as peças a colocar desde o carro até aos operadores que realizam a mudança.

De notar que o carro das peças a retirar pode permanecer junto à parede, uma vez que as peças ainda terão que ser lavadas antes de serem colocadas no carro.

No que refere à mudança de peças *per si*, isto é, os movimentos de retirar peças do SKU anterior e colocar as peças do SKU seguinte, constatou-se que estes não seguiam uma ordem lógica. Uma vez que as peças são mantidas na horizontal, sugeriu-se que em primeiro lugar se desapertassem todas as peças, da esquerda para a direita. Depois, as peças devem ser removidas, da direita para a esquerda, e pousadas no chão fora das portas da enchedora, onde devem permanecer até à chegada do PS. De seguida, passam-se a colocar as peças de formato relativas à nova tara. Nos mesmos moldes, estas devem ser posicionadas nos locais respetivos, da direita para a esquerda e apertadas percorrendo o sentido contrário. Esta sugestão foi incluída no POS.

De referir ainda que o aperto e desaperto das peças de formato associadas à tara, com a exceção das peças de entrada da enchedora, é feito com recurso a manípulos em estrela.

Considera-se que este mecanismo de aperto rápido já contribui para agilizar o processo de mudança.

Por sua vez, o aperto das peças de entrada da enchedora é feito com uma chave sextavada.

Operação “Ajustes”

O que refere ao ajuste da sopradora e dos inspetores já foi abordado na conversão de *setups* internos em externos.

Os ajustes são considerados desperdícios de sobreprocessamento. A mudança das peças de entrada da enchedora exige uma ferramenta diferente das restantes e que o operador possua uma garrafa com a nova tara para poder ajustar as mesmas. Este processo pode ser feito imediatamente depois da mudança das demais peças de formato e, no final da mudança, não devem ser necessários ajustes finais. Esta sequência foi também formalizada no POS.

Operação “Apertar fixação da capsuladora”

O aperto de fixação da capsuladora só envolve um parafuso, mas requer uma ferramenta que só é utilizada para este efeito. Uma mudança de ferramenta neste contexto acarreta sempre algum desperdício. Neste sentido, estudou-se a possibilidade de substituir o mesmo por um mecanismo de aperto rápido, à semelhança do mecanismo já existente para o aperto das peças de formato associadas à tara (manípulos em estrela).

Consultou-se o manual do fabricante da capsuladora para aceder às especificações técnicas do elemento de fixação. O parafuso que se pretende substituir é o elemento 30 representado na Figura 26.

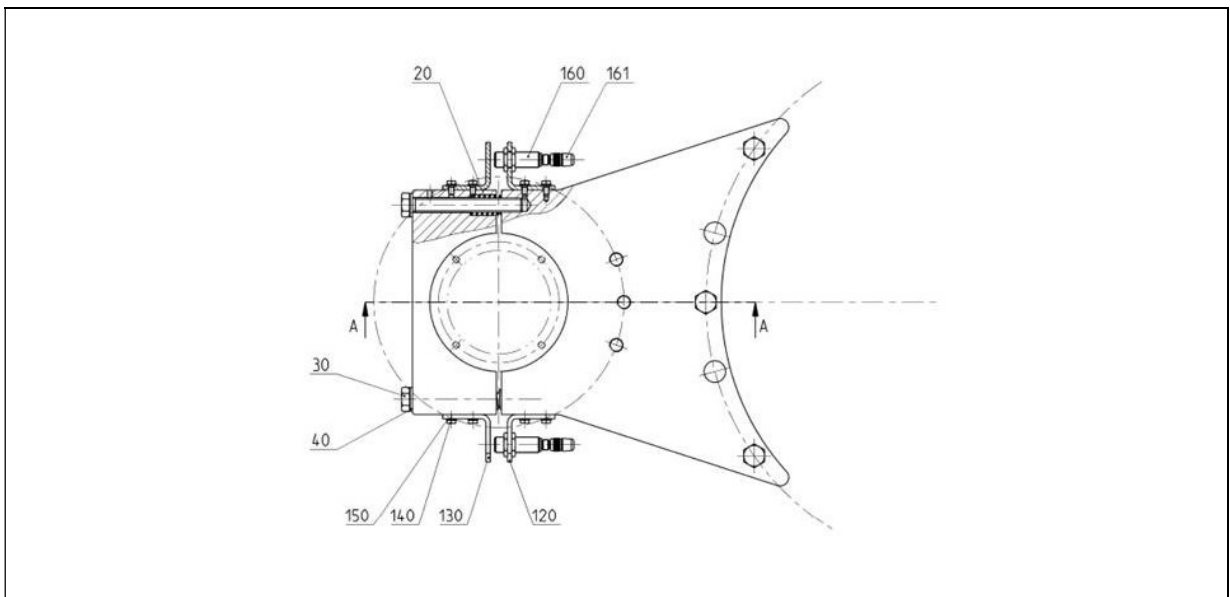


Figura 26 – Vista de cima da capsuladora

O manual consultado não referia nenhuma indicação de binário de aperto, pelo que se considerou que não havia impedimento de usar uma alavanca de aperto com rosca macho como alternativa ao parafuso existente. Esta introdução de melhoria permitiu eliminar o recurso a uma ferramenta adicional.

Operação “Testar enchimento”

Esta operação foi eliminada. Deve ser fomentada a confiança de que os colaboradores executarão bem as tarefas pelas quais são responsáveis. Assim, se for “bem feito à primeira”,

isto é, se a colocação de peças for bem executada, então não haverá motivo para o enchimento não estar conforme.

Redução de trabalho externo

Não foram identificadas oportunidades de melhoria no âmbito da redução de trabalho externo para uma mudança de tara.

Resultados da aplicação da metodologia SMED

A aplicação da metodologia SMED permitiu a elaboração de um POS (Anexo F) para a mudança de tara sem mudança de cerveja, que contou com a implementação das propostas de melhorias desenvolvidas. Nele consta a sequência ótima para execução de cada operação, com a distinção das que são externas e internas, bem como os locais onde cada uma delas é executada. O procedimento foi implementado no *gemba* e as operações foram cronometradas. A Tabela 5 apresenta a duração das operações relativas à mudança de tara antes e depois da implementação das melhorias propostas. A duração das operações eliminadas ou convertidas em trabalho externo foi considerada nula, porque deixou de representar tempo improdutivo de enchimento. Por exemplo, no caso da operação “ajustes”, os ajustes da sopradora e dos inspetores, como passaram a ser feitos antes da mudança, são considerados de duração nula. Assim, a duração considerada para a operação “ajustes” apenas incluiu o ajuste de peças de formato à entrada da enchedora.

Tabela 5 – Duração das operações da mudança de tara antes e depois da implementação de melhorias

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min) antes das melhorias	Duração (min) depois das melhorias
7, 8, 11, 12	Mudar e transportar peças de formato	38	20
9	Instruções ao operador B	2	0
10	Empurrar garrafas no pasteurizador	6	0
16	Ajustes	14	4
18	Procurar ferramenta	13	0
19	Apertar fixação da capsuladora	3	1
20	Esperar por garrafas	10	0
21	Testar enchimento	5	0
Tempo total (min)		91	25

Para as operações analisadas, a implementação do procedimento permitiu uma redução de 66 minutos face ao tempo médio de *setup* das mudanças observadas.

Uma vez que também se encontraram oportunidades de melhoria no que se refere à ausência de trabalho paralelo, foi elaborado um diagrama de Gantt para apoiar na resolução deste problema; distribuindo as várias funções pelos dois operadores disponíveis. O diagrama de Gantt foi adicionado ao POS para que cada operador saiba que operações tem que executar e em que ordem; e fica claro quais as operações que são realizadas em simultâneo. Ainda, é possível que cada operador aceda aos *targets* temporais de cada operação que executa. O diagrama de Gantt (Anexo E) indica que o trabalho interno de uma mudança de tara pode ser executado em 30 minutos e que, no total, o tempo requerido para a mudança de tara são 42 minutos.

4.5.2 Mudança de cápsula

Avaliação do ponto de partida

Da mesma forma que foram filmadas as mudanças de tara, também se filmaram e observaram mudanças de cápsula.

Tal como na “avaliação do ponto de partida” da mudança de tara, também neste caso se enumerou a sequência cronológica *as is* das operações comuns realizadas para este tipo de *setup*, a sua duração média, as ferramentas usadas para o efeito e o colaborador que executa cada uma delas; podendo essa informação ser consultada na tabela 1 do Anexo G. Como se verificou que os procedimentos adotados para as duas enchedoras eram semelhantes e paralelos, as observações feitas focaram, por uma questão de simplificação, numa única enchedora.

A média da duração de trabalho interno das mudanças de cápsula observadas é de 100 minutos.

Separação de *setups* internos e externos

Na tabela 2 do Anexo G encontram-se classificadas as operações internas e externas. As duas operações externas executadas entre a realização de operações internas são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Operações externas executadas entre tarefas internas na mudança de cápsula

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min)
10	Trazer a mangueira para junto da enchedora	1
11, 13	Trazer carro para mais junto das enchedoras	13

Operação “Trazer a mangueira para junto da enchedora”

Esta operação deve ser externa e executada antes de se interromper o funcionamento das enchedoras. Assim, a operação posterior de “limpar enchedoras com mangueira” poderá ser executada prontamente. No final da análise SMED para este tipo de mudança, foi desenvolvido um Procedimento Operacional *Standard* (POS), onde se incluiu esta operação como externa.

Operação “Trazer carro para mais próximo das enchedoras”

Na maioria das observações de mudanças de cápsula, os carros que contêm os pistões de capsulagem foram movidos mais do que uma vez.

Ao contrário dos carros das peças de formato associadas à mudança de tara, os carros onde se armazenam os pistões de capsulagem podem ser colocados entre as portas de cada enchedora. Assim, eles devem inicialmente ser colocados o mais próximo possível das enchedoras, naquilo que corresponderá à realização de uma tarefa externa, antes de se iniciar a mudança, sendo posteriormente colocados entre as portas da enchedora, sendo esta uma tarefa interna realizada no início da mudança.

A tabela 3 do Anexo G contém as operações devidamente segregadas, com a introdução das sugestões enunciadas.

Conversão *setups* internos em externos

A Tabela 7 indica as operações que podem ser convertidas parcialmente em externas, analisadas a partir da tabela 3 do Anexo G.

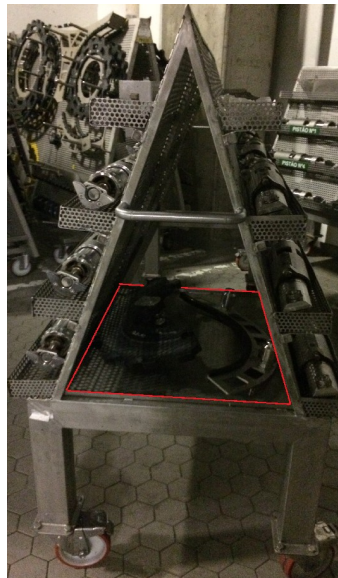
Tabela 7 – Operações internas passíveis de ser convertidas em externas na mudança de cápsula

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min)
8, 15, 19	Mudar e transportar guias da capsuladora	15

Operação “Mudar e transportar guias da capsuladora”

As peças de formato associadas à capsuladora são armazenadas no mesmo carro que as peças de formato associadas à tara, como o ilustrado na Figura 10. Como foi referido anteriormente, as dimensões deste carro não permitem que este seja colocado entre as portas da enchedora, ao contrário do carro onde se armazenam os pistões, cujas dimensões são inferiores.

Assim, é possível transferir as peças de formato do novo SKU associadas à capsuladora do carro onde estão armazenadas para o carro de pistões de capsulagem. A Figura 27 apresenta a vista lateral do carro para armazenar pistões de capsulagem e revela uma plataforma, evidenciada a vermelho, onde podem ser temporariamente colocadas as peças de formato do novo SKU associadas à capsuladora, tal como está exemplificado pelas duas peças lá contidas.

**Figura 27 – Vista lateral do carro dos pistões de capsulagem**

As peças de formato associadas à capsuladora do SKU para o qual se vai mudar devem ser ali colocadas externamente, antes do início da mudança. Esta melhoria foi incluída no POS desenvolvido.

Redução de trabalho interno

No que refere às operações “apertar a fixação da capsuladora” e “testar enchimento”, semelhantes às identificadas no tipo de mudança de tara, foi encontrada a mesma oportunidade de melhoria descrita nesse contexto na secção 4.5.1.

A Tabela 8 apresenta as operações internas críticas da mudança de cápsula, isto é, aquelas nas quais se encontraram oportunidades de melhoria. Esta análise foi efetuada a partir da tabela 3 do Anexo G.

Tabela 8 - Operações internas críticas de uma mudança de cápsula

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min)
8, 15, 19	Mudar e transportar guias da capsuladora	15
9, 12	Mudar e transportar pistões de capsulagem	43
14, 16	Resolução de parafuso moído no pistão	57
17	Retirar pistão que o operador B se enganou a montar	2

Operação “Mudar e transportar guias da capsuladora”

A melhoria introduzida para esta operação no contexto da conversão de *setups* internos em externos incluiu a utilização dos carros de pistões para o armazenamento temporário das peças de formato associadas à capsuladora. Esta melhoria também foi vantajosa na redução do tempo de transporte. Desta forma, já não é necessário ir buscar as peças a colocar (relativas ao SKU seguinte) ao carro que não pode ser incluído entre as enchedoras. Em relação às peças a retirar da capsuladora (do SKU anterior), percebeu-se que, em vez de serem pousadas junto à parede, podiam também ser colocadas temporariamente no carro dos pistões, no sentido de reduzir o desperdício de transporte.

Os carros onde são armazenados os pistões de capsulagem têm 24 compartimentos. Contudo, a capsuladora da linha nº 5 conta com apenas 18 pistões de capsulagem por enchedora. Assim, os restantes 6 compartimentos podem ser utilizados para colocar as peças de formato do SKU a retirar associadas à capsuladora. A Figura 28 representa duas peças colocadas nos compartimentos propostos para as peças de formato a retirar.

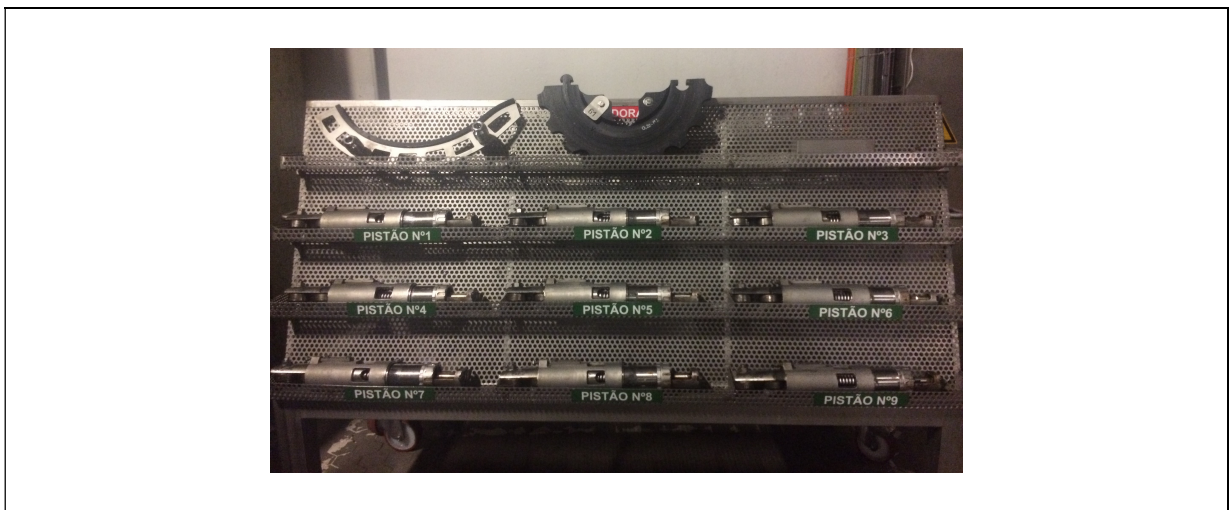


Figura 28 – Exemplo de colocação das peças de formato da capsuladora no carro de pistões

Operação “Mudar e transportar pistões de capsulagem”

Uma mudança de cápsula envolve a troca de 18 pistões apertados com 2 parafusos cada. Assim, a mudança dos parafusos envolve 72 operações de aperto/desaperto. Estimou-se que cada operação de desaperto/aperto demora aproximadamente 30 segundos.

A Figura 29 faz corresponder o número 4 a um dos pistões de capsulagem e o número 6 a um dos parafusos a retirar.

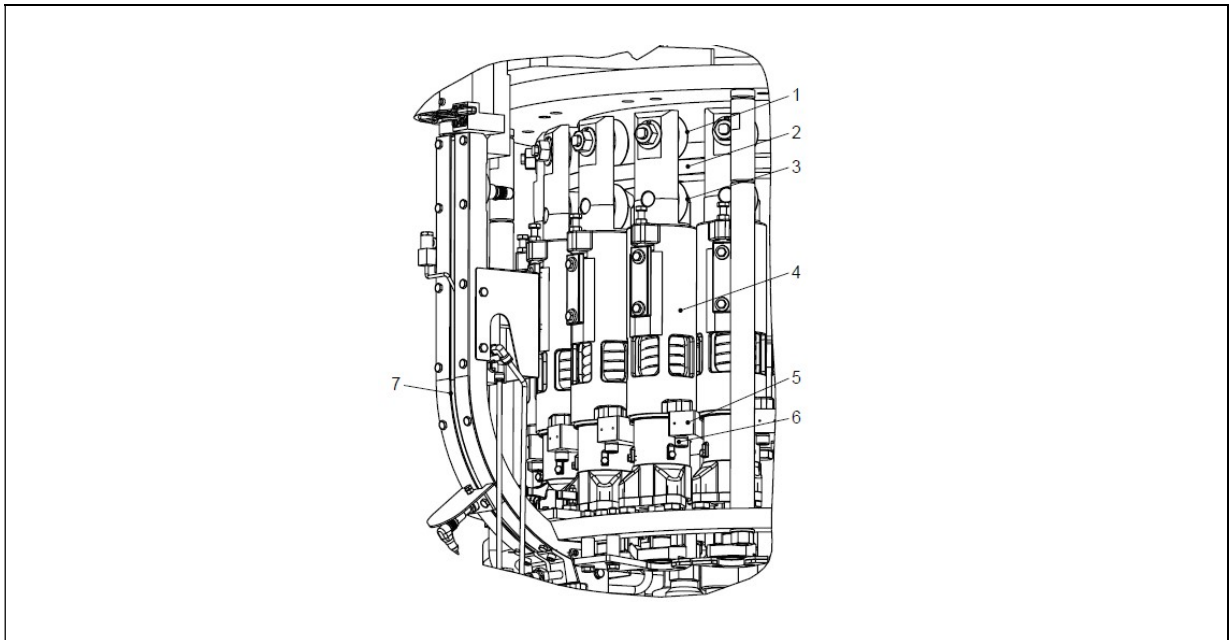


Figura 29 – Vista de frente da capsuladora (retirada do manual de instruções de operação da enchedora)

Consultou-se o manual de instruções de operação da enchedora e, uma vez que este faz referência ao requisito de binário de aperto dos pistões de capsulagem, o tipo de aperto não pode ser substituído para um mecanismo de aperto rápido, tal como é feito no caso das peças de formato associadas à tara. Neste sentido, pensou-se em substituir a chave sextavada destinada para o desaperto e aperto dos pistões, por um roquete elétrico ou pneumático acoplado a um extensor que pudesse agilizar estas funções. Qualquer uma das duas soluções é viável porque existe na proximidade das enchedoras fontes de alimentação de ambos os tipos de energia.

O Serviço de Enchimento tinha já um extensor disponível com as especificações técnicas necessárias para o aperto e desaperto dos parafusos dos pistões de capsulagem. Assim, a proposta da ferramenta alternativa considerou um roquete que pudesse ser acoplado neste extensor e cujo o intervalo de binário de aperto incluísse o indicado no manual de instruções.

Com as características pretendidas, encontrou-se um roquete pneumático.

Relativamente ao transporte de pistões, foi sugerido aquando a “Separação de *setups* internos e externos” que os carros dos pistões fossem introduzidos entre as portas da própria enchedora. Assim, se o operador realizar a mudança de pistões no local onde se encontra o operador B na Figura 30, ao invés de se posicionar onde está o operador A (como ocorria nas mudanças observadas), a operação de transporte torna-se mais rápida e cómoda.

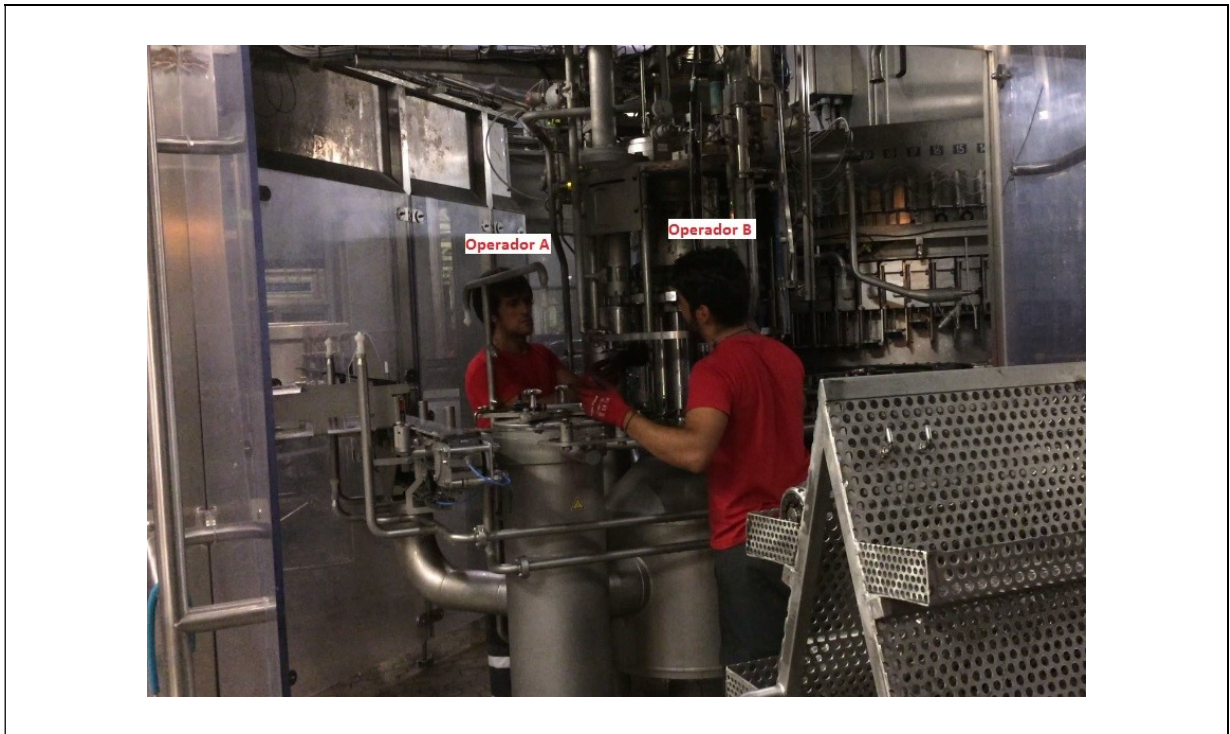


Figura 30 – Posicionamento dos operadores numa mudança observada (retirado da filmagem)

Operação “Resolução de parafuso moído no pistão”

Embora esta operação não seja necessária para uma mudança de cápsula, ocorreu na maioria das mudanças observadas, sendo que, em todas elas, foi a operação de maior duração. Noutras mudanças, observou-se que, ao contrário de parafusos moídos, ocorria excesso de folga no aperto de pistões, situação que provocava a paragem posterior da produção.

Percebeu-se que esta tarefa está associada ao facto do binário de aperto referido no manual de instruções não ser respeitado. O roquete pneumático sugerido na figura limita o binário de aperto. Assim, em princípio evita-se a recorrência de parafusos moídos, não resolvendo, no entanto, a problemática do excesso de folga no aperto. Para resolver esta situação, introduziu-se uma ferramenta dinamométrica. Estudaram-se duas opções: uma chave manual, a ser introduzida para o aperto final, ou a substituição da ferramenta pneumática sugerida anteriormente por uma que seja simultaneamente pneumática e dinamométrica. Após o pedido de orçamento para as duas possibilidades, optou-se pela seleção da primeira opção. Embora implique mais tempo da mudança comparativamente à outra solução, a diferença de preço é muito significativa (custo cerca de 13 inferior). A chave dinamométrica manual tem as mesmas especificações de encaixe para o extensor existente e a possibilidade de limitar o binário ao valor requerido. A ferramenta é destinada para o último aperto de cada parafuso (em que se estima que não exceda os 2 segundos por parafuso) e permite evitar perdas de rendimento por aperto ineficiente.

Redução de trabalho externo

A Tabela 9 apresenta o trabalho externo que se considerou passível de ser reduzido, pela análise da tabela 3 do Anexo G.

Tabela 9 – Trabalho externo passível de ser reduzido numa mudança de cápsula

Nº tarefa	Classificação da tarefa	Duração aproximada (min)
25	Limpar peças de formato e pistões de capsulagem	4

A limpeza das peças de formato e pistões de capsulagem é feita externamente. Os pistões de capsulagem são colocados no carro respetivo quando são retirados. Depois da mudança, são pousados junto à parede, limpos com agente de limpeza alcalino e novamente colocados no carro. No entanto, as características do carro permitem que as peças possam ser limpas diretamente no mesmo.

Resultados da aplicação da metodologia SMED

Esta análise SMED permitiu a elaboração de um POS para a mudança de cápsula sem mudança de cerveja, nos mesmos moldes do desenvolvido na secção 4.5.1, o qual pode ser consultado no Anexo H. Este POS foi implementado no *gemba* e permitiu apurar o impacto das melhorias desenvolvidas, que estão apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Duração das operações da mudança de cápsula antes e depois da implementação de melhorias

Nº operação	Classificação da operação	Duração média (min) antes das melhorias	Duração (min) depois das melhorias
8, 15, 19	Mudar e transportar guias da capsuladora	15	6
9, 12	Mudar e transportar pistões de capsulagem	43	20
10	Trazer a mangueira para junto da enchedora	1	0
11, 13	Trazer carro para mais junto das enchedoras	13	1
14, 16	Resolução de parafuso moído no pistão	57	0
17	Retirar pistão que o operador B se enganou a montar	2	0
Tempo total (min)		131	27

O facto do tempo total de duração das operações antes da implementação de melhorias (131 minutos) ser superior à duração de todo o setup (100 minutos) é justificado pela existência de operações realizadas em paralelo.

À semelhança da mudança de tara, para a mudança de cápsula também foi realizado um diagrama de Gantt, que foi adicionado ao POS do Anexo H. O diagrama indica que o trabalho interno de uma mudança de cápsula pode ser executado em 44 minutos e que, no total, o tempo requerido para a mudança de tara são 55 minutos.

4.5.3 Mudança de tara e cápsula

A mudança de tara e cápsula é um tipo de *setup* que combina as operações descritas na mudança de tara e na mudança de cápsula. Assim, as oportunidades de melhoria identificadas nas secções 4.5.1 e 4.5.2 são extensíveis para este tipo de mudança. Foi também desenvolvido um POS (Anexo I) para este tipo de mudança, com o mesmo detalhe dos referentes à mudança de tara e à mudança de cápsula. O diagrama indica que o trabalho interno de uma mudança de tara e cápsula pode ser executado em 69 minutos e que, no total, o tempo requerido para a mudança de tara e cápsula são 84 minutos.

4.6 Caracterização da duração do processo de mudança *to be*

Cada um dos diagramas de Gantt, representados nos anexos G, I e J, indica o tempo total de cada mudança de produto nas enchedoras. Como referido na secção 4.3, o tempo de *setup* decorrido nas enchedoras define o tempo global de mudança de produto, desde que estes equipamentos continuem a ser o *bottleneck* do processo de mudança de produto. Assim, a matriz apresentada na Tabela 11 apresenta os *targets* temporais (em minutos) dos tipos de

mudança estudados: mudança de tara, de cápsula e de tara e cápsula. Os tempos de *setup* apresentados na Tabela 11 apenas consideram a duração de trabalho interno após a aplicação da metodologia SMED. O trabalho externo não foi considerado, porque não representa tempo improdutivo de enchimento.

Tabela 11 – Targets para o tempo (min) de mudança de produto em que não há mudança de cerveja

	0,20 Coroa	0,25 Coroa	0,33 Coroa	0,20 Pull Off	0,25 Pull Off
0,20 Coroa		42	42	55	84
0,25 Coroa	42		42	84	55
0,33 Coroa	42	42		84	84
0,20 Pull Off	55	84	84		42
0,25 Pull Off	84	55	84	42	

Esta matriz só é válida quando não há mudança de cerveja, porque o tipo de mudança que envolve mudança de cerveja não foi estudado. Como se pode constatar pela análise do Anexo C, a mudança de cerveja requer um tipo de higienização diferente, mais demorado, e que não pode ser feito nas duas enchedoras em simultâneo. Assim, o procedimento de mudança seria diferente dos estudados.

4.7 Quantificação das melhorias desenvolvidas no projeto

Os valores representados na matriz de *targets* temporais apresentada na Tabela 11 da secção 4.6 correspondem ao processo *to be*, isto é, ao tempo de *setup* requerido para os tipos de mudança estudados após a introdução das melhorias desenvolvidas. Comparando estes valores com os do processo *as is* caracterizado na secção 4.4, é possível quantificar as melhorias desenvolvidas no projeto. Estas são apresentadas na Tabela 12, e podem ser avaliadas através da redução de tempo (coluna D) e da previsão de aumento de OEE (coluna E). O cálculo de previsão de aumento de OEE foi baseado no seguinte raciocínio:

- Entre 2015 e 2017, a percentagem média de OEE influenciada pelo tempo de mudança de produto (ver Figura 9 da secção 3.1), desconsiderando a influência do tempo degradado, pode ser calculada por:

$$(2,67+3,97+3,01)/3=3,22\% \quad (3)$$

- Entre 2015 e 2017, a mudança de tara, a mudança de cápsula e a mudança de tara e cápsula representavam respetivamente 23,8%, 23,7% e 16,7% do total das mudanças (ver secção 4.1). Então, a percentagem de OEE que é impactada por estes tipos de mudança pode ser calculada por:

$$((0,238+0,237+0,167)*0,0322)*100=2,07\% \quad (4)$$

- Entre 2015 e 2017, a mudança de tara, a mudança de cápsula e a mudança de tara e cápsula duravam em média 102,5 minutos, 119,4 minutos e 151,8 minutos respetivamente (ver secção 4.4).
- Assim, a média ponderada dos três tipos de mudança estudados pode ser dada por:

$$((0,238 \times 102,5) + (0,237 \times 119,4) + (0,167 \times 141,8)) * 0,0322 = 76,4 \text{ minutos} \quad (5)$$

- Considera-se que a mudança de tara, a mudança de cápsula e a mudança de tara e cápsula, após as melhorias desenvolvidas no projeto, passam a durar em média 42, 55 e 84 minutos (ver secção 4.6)
- Considerando que o peso percentual relativo dos três tipos de mudança permanece constante, então a média ponderada dos mesmos passa a ser dada por:

$$(0,238 \times 42) + (0,237 \times 55) + (0,167 \times 84) = 37,1 \text{ minutos} \quad (6)$$

- Se 76,4 minutos corresponde a um impacto no OEE de 2,07%, então 37,1 minutos corresponderá a um impacto que pode ser dado por:

$$((37,1 \times 0,0207) / 76,4) \times 100 = 1,00\% \quad (7)$$

- Assim, o aumento potencial de OEE pode ser dado por:

$$2,07 - 1,00 = 1,07\% \quad (8)$$

Tabela 12 – Quantificação das melhorias desenvolvidas

A	B	C	D	E
Tipo de mudança	Tempo médio de setup do processo <i>as is</i>	Tempo de setup do processo <i>to be</i>	Redução de tempo (B-C)	Previsão de aumento de OEE
Mudança de tara	102,5 min	42 min	60,5 min	1,07%
Mudança de cápsula	118,4 min	55 min	63,4 min	
Mudança de tara e cápsula	151,8 min	84 min	67,8 min	

5 Conclusões e sugestões de trabalho futuro

A otimização do tempo de *setup* da linha de enchimento nº 5 permitiu contribuir para o aumento de eficiência operacional e consequentemente das receitas associadas à maior produtividade.

Pela análise efetuada foi verificado que os tipos de mudança mais críticos eram a mudança de tara, a mudança de cápsula e a mudança de tara e de cápsula; e que os equipamentos mais críticos para estes tipos de mudança eram as enchedoras. Verificou-se que o tempo de *setup* destes equipamentos correspondia ao tempo de mudança total da linha de enchimento.

De acordo com a análise estatística do histórico de dados dos tempos de *setup*, as mudanças de tara, de cápsula e de tara e de cápsula duravam, em média, 102,5, 118,4 e 151,8 minutos, respetivamente. A implementação da metodologia SMED permitiu identificar desperdícios e, consequentemente, oportunidades de melhoria para colmatar esses desperdícios. Assim, foi possível definir uma sequência mais otimizada das operações necessárias à mudança, sem que fosse necessário aumentar o número de trabalhadores envolvidos. Para além disso, foram definidos procedimentos para cada um dos tipos de mudança estudados para reduzir a variabilidade dos tempos de mudança. Este estudo permitiu reduzir o tempo de mudança em 59% na mudança de tara, 54% na mudança de cápsula e 45% na mudança de tara e cápsula.

Considerando que a taxa de mudanças se mantém a mesma, e que o peso percentual dos três tipos de mudança estudados também permanece constante em relação aos anos anteriores, perspetiva-se um aumento de 1,07% de OEE.

Como trabalho futuro poderia ser analisado o tempo de *setup* de outros equipamentos da linha para que se pudesse estudar a linha como um todo. Isto permitiria avaliar a viabilidade de parar alternadamente cada enchedora e, de seguida, cada rotuladora. Assim, seria possível caracterizar o impacto desta abordagem para o tempo de mudança de produto.

No contexto de melhoria de OEE da linha nº 5, poder-se-iam focar em outros fatores impactantes na performance da mesma, como o tempo de avarias e o tempo degradado. Uma vez que o tempo degradado é resultado da subjetividade do registo do coordenador de cada equipa no Jornal de Bordo, um possível trabalho futuro seria desenvolver uma ferramenta mais objetiva de *feedback*.

Do ponto de vista do departamento de Planeamento Operacional, sugere-se que os tempos de *setup* que constam da matriz desenvolvida e apresentada na Tabela 11 sejam, sempre que possível, cruzados com os planos de enchimento desenvolvidos. Para este fim, poder-se-iam estudar modelos de simulação ou de investigação operacional. Desta forma, seria possível uma sequência ótima dos SKU a encher. Ainda, a matriz desenvolvida poderia ser completada com os restantes SKU, depois de serem estudados e otimizados todos os tipos de mudança referentes à linha de enchimento nº 5.

Referências

- Burcher, Peter, Simon Dupernex, e Geoffrey Relph. 1996. «The road to lean repetitive batch manufacturing: Modelling planning system performance». *International Journal of Operations & Production Management* 16 (Fevereiro). Emerald.
- Chiarini, Andrea. 2013. *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Vol. 3. Springer.
- Coimbra, Euclides A. 2013. *Kaizen in Logistics & Supply Chains*. McGraw-Hill Education.
- Guimarães, Rui Campos, e José A. Sarsfield Cabral. 2010. *Estatística*. 2.^aed. Verlag Dashöfer.
- Holweg, Matthias, e Frits Pil. 2005. *The second century: Reconnecting customer and value chain through build-to-order moving beyond mass and lean in the auto industry*. 1.^aed. MIT Press.
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. 2 edition. McGraw-Hill Education.
- Montgomery, Douglas C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. 6.^aed. John Wiley & Sons, Inc.
- Nambiar, Arun N. 2010. «Modern manufacturing paradigms – A comparison». *International Multiconference of Engineers and Computer Scientists* III:6.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Pinto, João Paulo. 2014. *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Editado por Lidel. 6.^aed.
- Shingo, Shigeo, e Andrew P. Dillon. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Silvestre, António Luís. 2007. *Análise de dados e estatística descritiva*. Escolar Editora.
- Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. 1a ed. Mansores: LeanOP Press.
- Womack, James P., e Daniel T. Jones. 1996. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

ANEXO A: *Layout* da linha de enchimento nº 5



ANEXO B: Instrução de trabalho *Super Bock Group* para cálculo de OEE



Instrução de Trabalho

Cálculo do OEE

Número:
Versão: 01
Pág. 1 de 2
Emissão: xx/01/2013

1. Objectivo e Campo de Aplicação

Definir os procedimentos/orientações para a recolha e registo dos tempos do OEE

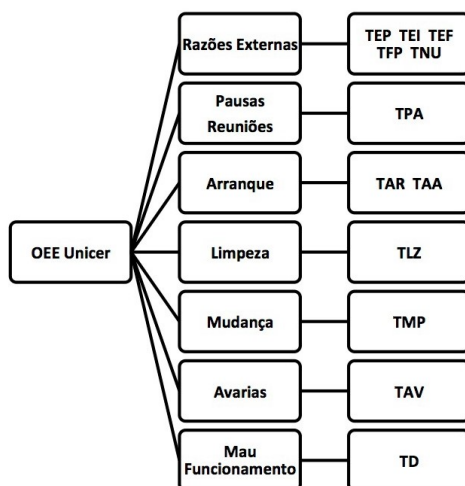
2. Responsabilidades

A responsabilidade pela implementação das tarefas descritas nesta instrução é dos coordenadores de cada turno.

3. Descrição

A recolha e registo dos tempos pelo coordenador do turno devem ser feitos da seguinte forma:

- 1- Recolher e registar de uma forma precisa, com a ajuda de um cronómetro, os tempos correspondentes à descrição seguinte:





Instrução de Trabalho

Cálculo do OEE

Número:

Versão: 01

Pág. 2 de 2

Emissão: xx/01/2013

-
- TEP – Tempo de falta de embalagem – tempo de paragem da linha por falta de disponibilidade do empilhador que fornece o barril vazio e recolhe o cheio;
 - TEI – Tempo de embalagem imprópria – tempo perdido na produção por paragens e perdas de velocidade que o coordenador atribui responsabilidade ao estado do vasilhame;
 - TEF – Tempo de falta de energia e fluidos – tempo de paragem por falta de energia ou dos fluidos que abastecem a linha (CO2, vapor e água);
 - TFP – Tempo de falta de produto – tempo de paragem por interrupção do fornecimento de cerveja por parte da adega;
 - TNU – Tempo não útil – tempo perdido por razões externas que não têm categoria específica (ensaio, calibrações, falhas do sistema informático, etc).
 - TPA – Tempo de pausas e reuniões – tempo de reuniões planeadas (uma reunião diária), não planeadas e pausas.
 - TAR – Tempo de arranque – desde que a linha arranca até que sai a primeira paleta de produto acabado
 - TAA – Tempo de atraso no arranque – tempo perdido por problemas no arranque;
 - TLZ – Tempo de limpeza – tempo passado a fazer limpeza e higienização da linha;
 - TMP – Tempo de mudança de produto – tempo de paragem para realização de tarefas associadas à troca de produto;
 - TAV – Taxa de avaria – tempo de paragem de algum equipamento superior a dez minutos ou tempo acumulado de uma série de pequenas paragens sucessivas num mesmo equipamento;
 - TD – Tempo degradado – tempo de redução de velocidade face à velocidade homologada ou de micro-paragens.

Todos os tempos são inseridos manualmente pelo coordenador da equipa exceto o TD que corresponde ao tempo que sobra do tempo total e que não é justificado por nenhum dos tempos anteriores. Supõe-se assim que o tempo que sobra se deve a este tempo degradado.

- 2- Acrescentar quaisquer comentários relevantes que ajudem a explicar os valores dos tempos registados.
-

ANEXO C: Matriz com requisitos de condições de higienização numa mudança de produto

P100117

Mudanças de Produto - Cerveja e Higienização



Quadro 1 - Procedimento a seguir nas mudanças de produto - LÍNEA Gerenciada																						
Tipo Alcool	Ch	Op	Mdg	Con-Alcool Branca					Con-Alcool Pils		Semi-Alcool Branca			Semi-Alcool Pils	Semi-Alcool Sabores	Rais	S. Black Abadia	S. Black Tango	S. Black Ovens	Semi-Alcool Blackberry	Semi-Alcool Cherry	Outras
				Super Black	Super Black Brasil	Crystal Cola / Maizena	Darkberg	S. Black Classic	S. Black Stout	Crystal Pils	S. Black Stout	SBIA 0,0%	Cherry's									
Bebidas	Super Black			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Super Black Brasil			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Crystal Cola / Maizena			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Darkberg			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Cerveja	S. Black Classic			A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	S. Black Stout			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Crystal Pils			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	SBIA			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Cerveja	SBIA 0,0%			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	SBIA 0,1%			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Outras			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Mosney Classic			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Cerveja	Crystal Pils SBIA Pils			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Crystal Pils SBIA Pils			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Mosney Sabores			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	S. Black Abadia			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Cerveja	S. Black Tango			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	S. Black Green			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Semi-Alcool Maizena			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Semi-Alcool Maizena			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Cerveja	Semi-Alcool Cherry			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Semi-Alcool Blackberry			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Maiz +			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Outras			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

ANEXO D: Excerto dos ficheiros extraídos do Jornal de Bordo para análise de dados

Data	ID Par	Dur	Descrição Paragem
23/01/2015 11:15	TMP	40	Mudança de CT TP0.25 PULL-OFF para SB TP0.25 PULL-OFF nos diversos equipamentos da linha.
26/01/2015 23:00	TMP	45	Mudança de SB ORIG. TP 0.25X24 CX EXP SUPER PACK BP para SB ORIG. TP 0.25X20 CX SC.
28/01/2015 18:00	TMP	240	Mudança de SB ORIG. TP 0.25*20 CX SC para SB ORIG. 0.20*24 CX SC nos diversos equipamentos.
28/01/2015 23:00	TMP	45	Mudança de SB ORIG. TP 0.25*20 CX SC para SB ORIG. 0.20*24 CX SC nos diversos equipamentos.
29/01/2015 07:00	TMP	130	Mudança de SB ORIG. TP 0.20*24 CX SC para SB ORIG. TP 0.25*24 CX PULL OFF nos equipamentos.
31/01/2015 19:30	TMP	30	Mudança de SB ORIG. TP 0.25*24 CX PULL-OFF para CRISTAL TP0.25*24 PULL-OFF nos diversos equipa
06/02/2015 14:20	TMP	20	Mudança de SB ORIG. TP 0.25X24 CX PULL-OFF MOÇAMBIQUE para SB ORIG. TP 0.25X24 CX PULL-OFF.
11/02/2015 19:15	TMP	45	Mudança de Sb 0.24x24 caixa para Ct 0.25x24 caixa
12/02/2015 07:30	TMP	15	Mudança de SB0.25 PULL-OFF MOÇAMBIQUE para SB0.25 PULL-OFF nos diversos equipamentos.
17/02/2015 07:00	TMP	15	Mudança de 0.25 pulloff para 0.25 pulloff china
23/02/2015 23:00	TMP	20	Mudança de SB Orig 24x0.25 China para 24x0.25 P Off
02/03/2015 23:15	TMP	45	Mudança de Sb Stout 0.25x24 caixa P. Off para SB Orig China 24x0.25 P. Off
05/03/2015 03:40	TMP	60	Mudança de SB Orig. 24x0.25 caixa P. Off para Ct Tp 0.25x24 caixa P. Off
07/03/2015 15:00	TMP	90	Mudança de SB Orig. 24x0.25 China para 24x0.25 Caixa P. Off
07/03/2015 15:00	TMP	95	Mudança de Sbk Orig Pull Off para Sb Exportação cápsula coroa e contra- rótulo
15/03/2015 18:10	TMP	60	Mudança de SB caixa 0.25x24 exportação para SB caixa 0.25x20 caixa super Club
18/03/2015 10:50	TMP	20	Mudança de SB TP0.25X24 CX PULL-OFF para CT TP0.25X24 CX PULL-OFF nos diversos equipamentos c
24/03/2015 02:00	TMP	60	Mudança de SB STOUT TP0.25 para SB ORIG. TP0.25 nos diversos equipamentos da linha.
25/03/2015 06:10	TMP	30	Mudança de SB ORIG. TP 025*24 CX EXP BP para SB ORIG TP 0.25*20 CX SC nos diversos equipamento:

Data	Equi	ID Par	Dur	Descrição Paragem	Tipo de mudança
23/01/2015 11:15	L5B	TMP	40	Mudança de CT TP0.25 PULL-OFF para SB TP0.25 PULL-OFF nos diversos equipamentos da linha.	Mudança de cerveja
26/01/2015 23:00	L5B	TMP	45	Mudança de SB ORIG. TP 0.25X24 CX EXP SUPER PACK BP para SB ORIG. TP 0.25X20 CX SC.	Mudança de embalagem secundária
28/01/2015 18:00	L5C	TMP	240	Mudança de SB ORIG. TP 0.25*20 CX SC para SB ORIG. 0.20*24 CX SC nos diversos equipamentos.	Mudança de tara
28/01/2015 23:00	L5B	TMP	45	Mudança de SB ORIG. TP 0.25*20 CX SC para SB ORIG. 0.20*24 CX SC nos diversos equipamentos.	Mudança de tara
29/01/2015 07:00	L5C	TMP	130	Mudança de SB ORIG. TP 0.20*24 CX SC para SB ORIG. TP 0.25*24 CX PULL OFF nos equipamentos.	Mudança de tara e cápsula
31/01/2015 19:30	L5B	TMP	30	Mudança de SB ORIG. TP 0.25*24 CX PULL-OFF para CRISTAL TP0.25*24 PULL-OFF nos diversos equipa	Mudança de cerveja
06/02/2015 14:20	L5B	TMP	20	Mudança de SB ORIG. TP 0.25X24 CX PULL-OFF MOÇANBIQUE para SB ORIG. TP 0.25X24 CX PULL-OFF.	Mudança de rótulo
11/02/2015 19:15	L5A	TMP	45	Mudança de Sb 0.24x24 caixa para Ct 0.25x24 caixa	Mudança de cerveja
12/02/2015 07:30	L5B	TMP	15	Mudança de SB0.25 PULL-OFF MOCAMBIQUE para SB0.25 PULL-OFF nos diversos equipamentos.	Mudança de rótulo
17/02/2015 07:00	L5B	TMP	15	Mudança de 0.25 pulloff para 0.25 pulloff china	Mudança de rótulo
23/02/2015 23:00	L5A	TMP	20	Mudança de SB Orig 24x0.25 China para 24x0.25 P Off	Mudança de rótulo
02/03/2015 23:15	L5A	TMP	45	Mudança de Sb Stout 0.25x24 caixa P. Off para SB Orig China 24x0.25 P. Off	Mudança de cerveja
05/03/2015 03:40	L5A	TMP	60	Mudança de SB Orig. 24x0.25 caixa P. Off para Ct Tp 0.25x24 caixa P. Off	Mudança de cerveja
07/03/2015 15:00	L5A	TMP	90	Mudança de SB Orig. 24x0.25 China para 24x0.25 Caixa P. Off	Mudança de cápsula
07/03/2015 15:00	L5D	TMP	95	Mudança de Sbk Orig Pull Off para Sb Exportação cápsula coroa e contra- rótulo	Mudança de cápsula
15/03/2015 18:10	L5A	TMP	60	Mudança de SB caixa 0.25x24 exportação para SB caixa 0.25x20 caixa super Club	Mudança de embalagem secundária
18/03/2015 10:50	L5B	TMP	20	Mudança de SB TP0.25X24 CX PULL-OFF para CT TP0.25X24 CX PULL-OFF nos diversos equipamentos	Mudança de cerveja
24/03/2015 02:00	L5B	TMP	60	Mudança de SB STOUT TP0.25 para SB ORIG. TP0.25 nos diversos equipamentos da linha.	Mudança de cerveja
25/03/2015 06:10	L5D	TMP	30	Mudança de SB ORIG. TP 025*24 CX EXP BP para SB ORIG TP 0.25*20 CX SC nos diversos equipamento	Mudança de embalagem secundária

ANEXO E: Análise SMED - Mudança de tara nas enchedoras

Tabela 1 - Avaliação do ponto de partida nas mudanças de tara

Nº	Operação	Ferramenta	Colaborador	Início	Duração	Fim
1	Trazer carros (das peças a retirar e das novas a colocar) para junto das enchedoras					
2	Trazer ferramentas necessárias à mudança para junto das enchedoras					
3	Confirmar no painel das adegas se ordem seguinte está correta					
4	Fazer o "corte" de garrafas					
5	Tirar contagens do enchimento anterior					
6	Escolher a opção adequada na enchedora de "troca de produto sem lavagem"		Operador B	0:00:00	0:00:01	0:00:01
7	Remover peças de formato da enchedora. 1 e pousar peças junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:00:00	0:13:01	0:13:01
8	Continuar a remover peças de formato da enchedora 1 e pousar peças junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:13:02	0:04:16	0:17:18
9	Instruções ao Operador B sobre remoção de peças de formato		Coordenador	0:17:19	0:01:42	0:19:01
10	Empurrar garrafas no pasteurizador		Coordenador	0:19:02	0:05:58	0:25:00
11	Ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	0:19:02	0:10:00	0:29:02
12	Continuar a ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Coordenador	0:29:03	0:10:59	0:40:02
13	Remover peças de formato da enchedora 2 e pousá-las junto à parede	Chave allen 10	Operador B	0:19:03	0:24:40	0:43:43
14	Limpar enchedoras com mangueira		Operador B	0:43:44	0:02:00	0:45:44
15	Ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 2	Chave allen 10	Operador B	0:46:00	0:24:00	1:10:00
16	Ajustes das peças de entrada na enchedora 1, da sopradora e dos inspetores de ambas as enchedoras	Chave allen 17	Coordenador	0:46:00	0:14:00	1:00:00
17	Dar indicação no painel de ajuste de altura da enchedora e capsuladora 1		Coordenador	1:00:01	0:00:19	1:00:20
18	Procurar ferramenta para aperto da fixação da capsuladora 1		Coordenador	1:00:21	0:12:39	1:13:00
19	Apertar fixação da capsuladora e ajustar bicos de espumagem da enchedora 1	Chave allen 24	Coordenador	1:13:01	0:02:58	1:15:59
20	Espera por garrafas (atraso na despaletização)			1:16:00	0:10:00	1:26:00

21	Testar enchimento e capsulagem de meia dúzia de garrafas na enchedora 1		Coordenador	1:26:01	0:04:59	1:31:00
22	Ajustes das peças de entrada na enchedora 2	Chave allen 17	Coordenador	1:31:01	0:18:59	1:50:00
23	Dar indicação no painel de ajuste de altura das enchedoras e capsuladora 2;		Coordenador	1:50:01	0:00:18	1:50:19
24	Apertar fixação da capsuladora e ajustar bicos de espuma da enchedora 2	Chave allen 24	Coordenador	1:50:20	0:02:40	1:53:00
25	Testar enchimento e capsulagem de meia dúzia de garrafas na enchedora 2		Coordenador	1:53:01	0:01:59	1:55:00
26	Limpar peças de formato de ambas as enchedoras					
27	Limpar ferramentas					
28	Arrumar carros					
29	Arrumar ferramentas					

Tabela 2 - Classificação de setups internos e externos nas mudanças de tara

Nº	Operação	Ferramenta	Colaborador	Início	Duração	Fim	I/E
1	Trazer carros (das peças a retirar e das novas a colocar) para junto das enchedoras						E
2	Trazer ferramentas necessárias à mudança para junto das enchedoras						E
3	Confirmar no painel das adegas se ordem seguinte está correta						E
4	Fazer o "corte" de garrafas						E
5	Tirar contagens do enchimento anterior						E
6	Escolher a opção adequada na enchedora de "troca de produto sem lavagem"		Operador B	0:00:00	0:00:01	0:00:01	I
7	Remover peças de formato da enchedora.1 e pousar peças junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:00:00	0:13:01	0:13:01	I
8	Continuar a remover peças de formato da enchedora 1 e pousar peças junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:13:02	0:04:16	0:17:18	I
9	Instruções ao Operador B sobre remoção de peças de formato		Coordenador	0:17:19	0:01:42	0:19:01	E
10	Empurrar garrafas no pasteurizador		Coordenador	0:19:02	0:05:58	0:25:00	E
11	Ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	0:19:02	0:10:00	0:29:02	I
12	Continuar a ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Coordenador	0:29:03	0:10:59	0:40:02	I
13	Remover peças de formato da enchedora 2 e pousá-las junto à parede	Chave allen 10	Operador B	0:19:03	0:24:40	0:43:43	I
14	Limpar enchedoras com mangueira		Operador B	0:43:44	0:02:00	0:45:44	I
15	Ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 2	Chave allen 10	Operador B	0:46:00	0:24:00	1:10:00	I
16	Ajustes das peças de entrada na enchedora 1, da sopradora e dos inspetores de ambas as enchedoras	Chave allen 17	Coordenador	0:46:00	0:14:00	1:00:00	I
17	Dar indicação no painel de ajuste de altura da enchedora e capsuladora 1		Coordenador	1:00:01	0:00:19	1:00:20	I

18	Procurar ferramenta para aperto da fixação da capsuladora 1		Coordenador	1:00:21	0:12:39	1:13:00	E
19	Apertar fixação da capsuladora e ajustar bicos de espumagem da enchedora 1	Chave allen 24	Coordenador	1:13:01	0:02:58	1:15:59	I
20	Espera por garrafas (atraso na despaletização)			1:16:00	0:10:00	1:26:00	E
21	Testar enchimento e capsulagem de meia dúzia de garrafas na enchedora 1		Coordenador	1:26:01	0:04:59	1:31:00	I
22	Ajustes das peças de entrada na enchedora 2	Chave allen 17	Coordenador	1:31:01	0:18:59	1:50:00	I
23	Dar indicação no painel de ajuste de altura das enchedoras e capsuladora 2;		Coordenador	1:50:01	0:00:18	1:50:19	I
24	Apertar fixação da capsuladora e ajustar bicos de espumagem da enchedora 2	Chave allen 24	Coordenador	1:50:20	0:02:40	1:53:00	I
25	Testar enchimento e capsulagem de meia dúzia de garrafas na enchedora 2		Coordenador	1:53:01	0:01:59	1:55:00	I
26	Limpar peças de formato de ambas as enchedoras						E
27	Limpar ferramentas						E
28	Arrumar carros						E
29	Arrumar ferramentas						E


Tabela 3 - Separação de setups internos e externos nas mudanças de tara


Nº	Operação	Ferramenta	Colaborador	Início	Duração	Fim	I/E
1	Trazer carros (das peças a retirar e das novas a colocar) para junto das enchedoras						E
2	Trazer ferramentas necessárias à mudança para junto das enchedoras						E
3	Confirmar no painel das adegas se ordem seguinte está correta						E
4	Fazer o "corte" de garrafas						E
5	Tirar contagens do enchimento anterior						E
6	Escolher a opção adequada na enchedora de "troca de produto sem lavagem"		Operador B	0:00:00	0:00:01		I
7	Remover peças de formato da enchedora.1 e pousar peças junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:00:00	0:13:01		I
8	Continuar a remover peças de formato da enchedora 1 e pousar peças junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:13:02	0:04:16		I
11	Ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	0:19:02	0:10:00	0:29:02	I
12	Continuar a ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Coordenador	0:29:03	0:10:59	0:40:02	I
13	Remover peças de formato da enchedora 2 e pousá-las junto à parede	Chave allen 10	Operador B	0:19:03	0:24:40	0:43:43	I
14	Limpar enchedoras com mangueira		Operador B	0:43:44	0:02:00	0:45:44	I
15	Ir buscar peças ao carro junto à parede e montá-las na enchedora 2	Chave allen 10	Operador B	0:46:00	0:24:00	1:10:00	I
16	Ajustes das peças de entrada na enchedora 1, da sopradora e dos inspetores de ambas as	Chave allen	Coordenador	0:46:00	0:14:00	1:00:00	I

Implementação de metodologias Lean numa linha de enchimento de bebidas


	enchedoras	17					
17	Dar indicação no painel de ajuste de altura da enchedora e capsuladora 1		Coordenador	1:00:01	0:00:19	1:00:20	I
19	Apertar fixação da capsuladora e ajustar bicos de espumagem da enchedora 1	Chave allen 24	Coordenador	1:13:01	0:02:58	1:15:59	I
21	Testar enchimento e capsulagem de meia dúzia de garrafas na enchedora 1		Coordenador	1:26:01	0:04:59	1:31:00	I
22	Ajustes das peças de entrada na enchedora 2	Chave allen 17	Coordenador	1:31:01	0:18:59	1:50:00	I
23	Dar indicação no painel de ajuste de altura das enchedoras e capsuladora 2;		Coordenador	1:50:01	0:00:18	1:50:19	I
24	Apertar fixação da capsuladora e ajustar bicos de espumagem da enchedora 2	Chave allen 24	Coordenador	1:50:20	0:02:40	1:53:00	I
25	Testar enchimento e capsulagem de meia dúzia de garrafas na enchedora 2		Coordenador	1:53:01	0:01:59	1:55:00	I
26	Limpar peças de formato de ambas as enchedoras						E
27	Limpar ferramentas						E
28	Arrumar carros						E
29	Arrumar ferramentas						E

ANEXO F: Procedimento Operacional Standard para a mudança de tara nas enchedoras

Procedimento Operacional Standard				Centro de Produção: Leça do Balio			
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras				
Mudança de Tara nas Enchedoras			Pág. de : 1 / 3	Data emissão: 15/12/2017			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Confirmar no painel das adegas se ordem seguinte está correta 2. Fazer o "corte" de garrafas 3. Trazer carros das peças de formato dos SKU anterior e seguinte para o mais junto possível das enchedoras 4. Colocar ferramentas necessárias à mudança nos tabuleiros 5. Ajustar sopradora Após passagem da última garrafa do SKU anterior 6. Ajustar inspetores e tirar contagens do enchimento anterior Após passagem da última garrafa do SKU anterior 7. Começar a despaletizar novo SKU Após despaletizar as últimas 6 paletes do SKU anterior 8. Escolher a opção adequada na enchedora de "troca de produto sem lavagem" 9. Colocar tabuleiro de ferramentas numa plataforma dentro de cada enchedora 10. Retirar peças de formato em cada enchedora <ol style="list-style-type: none"> 10.1 Desapertar todas as peças, no sentido esquerda-direita 10.2. Remover peças, no sentido direita-esquerda, e pousá-las junto às portas da enchedora 11. Pousar peças de formato das enchedoras 1 e 2 junto à parede 12. Limpar enchedoras com mangueira 13. Ir buscar peças de formato para as enchedoras 1 e 2 14. Montar novas peças de formato em cada enchedora <ol style="list-style-type: none"> 14.1. Posicionar peças de formato, no sentido direita-esquerda 14.2. Apertar peças de formato, no sentido esquerda-direita 14.3. Ajustar peças de formato à entrada da enchedora 15. Dar indicação no painel de ajuste de altura das enchedoras e capsuladores; apertar fixação do capsulador, ajustar bicos de espumagem e retirar tabuleiro das enchedoras 16. Limpar peças de formato 17. Limpar ferramentas 18. Arrumar carros 19. Arrumar ferramentas 							
<div style="text-align: right;"> Legenda <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="background-color: #f0f0f0;">Tarefa Externa</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">Tarefa Interna</td> </tr> </table> </div>						Tarefa Externa	Tarefa Interna
Tarefa Externa							
Tarefa Interna							
Documentos relacionados:							
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:					
		por:					
		para:					

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: Leça do Balio 	
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras	
Mudança de Tara nas Enchedoras			Pág. de : 2 / 3	Data emissão: 15/12/2017


despaletizadora



Legenda

- Operador A (Coordenador)
- Operador B
- Operador C (Prestador de Serviços)

Documentos relacionados:												
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:										
		por:										
		para:										

Procedimento Operacional Standard				Centro de Produção: 																																																																																																																																																																																	
Departamento: Produção		Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras																																																																																																																																																																																	
Mudança de Tara nas Enchedoras				Pág. de : 3 / 3	Data emissão: 15/12/2017																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>00:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1, 2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:02:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3, 4</td><td>3, 4</td><td></td></tr> <tr><td>00:04:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:06:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>8, 9</td><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>00:08:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>9</td><td></td></tr> <tr><td>00:10:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>10.1</td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>00:12:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>10.1</td><td></td></tr> <tr><td>00:14:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>10.2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:16:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>10.2</td><td></td></tr> <tr><td>00:18:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:20:00</td><td></td><td></td><td>11, 13</td></tr> <tr><td></td><td>14.1</td><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>00:22:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>14.1</td><td></td></tr> <tr><td>00:24:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>14.2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:26:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>14.2</td><td></td></tr> <tr><td>00:28:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>14.3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:30:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>15</td><td>14.3</td><td></td></tr> <tr><td>00:32:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>16</td><td>15</td><td></td></tr> <tr><td>00:34:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>17, 18</td><td>17, 18</td><td></td></tr> <tr><td>00:36:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>19</td><td>19</td><td></td></tr> <tr><td>00:38:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:40:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:42:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>							A	B	C	00:00					1, 2			00:02:00					3, 4	3, 4		00:04:00					5			00:06:00					8, 9	6		00:08:00						9		00:10:00					10.1		7	00:12:00						10.1		00:14:00					10.2			00:16:00						10.2		00:18:00					12			00:20:00			11, 13		14.1	12		00:22:00						14.1		00:24:00					14.2			00:26:00						14.2		00:28:00					14.3			00:30:00					15	14.3		00:32:00					16	15		00:34:00					17, 18	17, 18		00:36:00					19	19		00:38:00								00:40:00								00:42:00			
	A	B	C																																																																																																																																																																																		
00:00																																																																																																																																																																																					
	1, 2																																																																																																																																																																																				
00:02:00																																																																																																																																																																																					
	3, 4	3, 4																																																																																																																																																																																			
00:04:00																																																																																																																																																																																					
	5																																																																																																																																																																																				
00:06:00																																																																																																																																																																																					
	8, 9	6																																																																																																																																																																																			
00:08:00																																																																																																																																																																																					
		9																																																																																																																																																																																			
00:10:00																																																																																																																																																																																					
	10.1		7																																																																																																																																																																																		
00:12:00																																																																																																																																																																																					
		10.1																																																																																																																																																																																			
00:14:00																																																																																																																																																																																					
	10.2																																																																																																																																																																																				
00:16:00																																																																																																																																																																																					
		10.2																																																																																																																																																																																			
00:18:00																																																																																																																																																																																					
	12																																																																																																																																																																																				
00:20:00			11, 13																																																																																																																																																																																		
	14.1	12																																																																																																																																																																																			
00:22:00																																																																																																																																																																																					
		14.1																																																																																																																																																																																			
00:24:00																																																																																																																																																																																					
	14.2																																																																																																																																																																																				
00:26:00																																																																																																																																																																																					
		14.2																																																																																																																																																																																			
00:28:00																																																																																																																																																																																					
	14.3																																																																																																																																																																																				
00:30:00																																																																																																																																																																																					
	15	14.3																																																																																																																																																																																			
00:32:00																																																																																																																																																																																					
	16	15																																																																																																																																																																																			
00:34:00																																																																																																																																																																																					
	17, 18	17, 18																																																																																																																																																																																			
00:36:00																																																																																																																																																																																					
	19	19																																																																																																																																																																																			
00:38:00																																																																																																																																																																																					
00:40:00																																																																																																																																																																																					
00:42:00																																																																																																																																																																																					
Documentos relacionados:																																																																																																																																																																																					
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:																																																																																																																																																																																			
		por:																																																																																																																																																																																			
		para:																																																																																																																																																																																			

ANEXO G: Análise SMED - Mudança de cápsula nas enchedoras

Tabela 1 - Avaliação do ponto de partida nas mudanças de cápsula

Nº	Operação	Ferramenta	Colaborador	Início	Duração	Fim
1	Trazer carro para receber as peças do SKU a retirar junto das enchedoras					
2	Trazer peças de formato do novo SKU junto das enchedoras					
3	Trazer ferramentas necessárias para execução da mudança					
4	Fazer o "corte" de cápsulas		Coordenador			
5	Tirar contagens do enchimento anterior		Coordenador			
6	Escolher a opção adequada no painel "troca de produto sem lavagem"		Coordenador	0:00:00	0:00:01	0:00:01
7	Montar calha de cápsulas pull-off na enchedora 1		Operador B	0:00:00	0:06:07	0:06:07
8	Remover e pousar guias da capsuladora da enchedora 1 junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:00:01	0:03:25	0:03:26
9	Remover pistões de capsulagem da enchedora 1 e pousá-los no carro	Chave allen 8	Coordenador	0:03:27	0:20:33	0:24:00
10	Trazer a mangueira para junto da enchedora 1		Operador B	0:06:08	0:01:00	0:07:08
11	Trazer o carro com os pistões de capsulagem do novo SKU para junto das enchedoras		Operador B	0:07:09	0:00:23	0:07:32
12	Ir buscar pistões de capsulagem ao carro e montá-los na enchedora 1	Chave allen 8	Operador B	0:07:34	0:22:26	0:30:00
13	Trazer o carro com os pistões de capsulagem do novo SKU para mais junto das enchedoras	Chave allen 8	Operador B	0:10:11	0:00:12	0:10:23
14	Retirar pistão de capsulagem da enchedora 1 (parafuso moído) e chamar mecânico	Chave allen 8	Coordenador	0:24:00	0:37:07	1:01:07
15	Montar guia de saída da capsuladora na enchedora 1	Chave allen 10	Coordenador	0:37:02	0:05:39	0:42:41
16	Resolução de parafuso moído na enchedora 1	Chave allen 8	Mecânico	1:01:08	0:19:52	1:21:00
17	Retirar pistão que operador B se enganou a montar	Chave allen 8	Coordenador	1:21:01	0:01:49	1:22:50
18	Limpar enchedora 1 com manequeria		Operador B	1:23:00	0:01:00	1:24:00
19	Ir buscar ao carro junto à parede as guias da capsuladora e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	1:24:01	0:06:21	1:30:22

20	Apertos e ajustes na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	1:30:23	0:05:01	1:35:24
21	Montar chapas de proteção da capsuladora	Chave allen 10	Operador B	1:35:25	0:00:35	1:36:00
22	Dar indicação de ajuste de altura da capsuladora da enchedora 1		Operador B	1:36:01	0:00:21	1:36:22
23	Apertar fixação da capsuladora	Chave allen 24	Operador B	1:36:23	0:01:00	1:37:23
24	Testar enchimento		Coordenador	1:38:00	0:02:00	1:40:00
25	Limpar peças de formato e pistões de capsulagem da enchedora 1					
26	Limpar ferramentas					
27	Arrumar carros					
28	Arrumar ferramentas					

Tabela 2 - Classificação de setups internos e externos nas mudanças de cápsula

Nº	Operação	Ferramenta	Colaborador	Início	Duração	Fim	I/E
1	Trazer carro para receber as peças do SKU a retirar junto das enchedoras						E
2	Trazer peças de formato do novo SKU junto das enchedoras						E
3	Trazer ferramentas necessárias para execução da mudança						E
4	Fazer o "corte" de cápsulas		Coordenador				E
5	Tirar contagens do enchimento anterior		Coordenador				E
6	Escolher a opção adequada no painel "troca de produto sem lavagem"		Coordenador	0:00:00	0:00:01	0:00:01	I
7	Montar calha de cápsulas pull-off na enchedora 1		Operador B	0:00:00	0:06:07	0:06:07	I
8	Remover e pousar guias da capsuladora da enchedora 1 junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:00:01	0:03:25	0:03:26	I
9	Remover pistões de capsulagem da enchedora 1 e pousá-los no carro	Chave allen 8	Coordenador	0:03:27	0:20:33	0:24:00	I
10	Trazer a mangueira para junto da enchedora 1		Operador B	0:06:08	0:01:00	0:07:08	E
11	Trazer o carro com os pistões de capsulagem do novo SKU para junto das enchedoras		Operador B	0:07:09	0:00:23	0:07:32	E
12	Ir buscar pistões de capsulagem ao carro e montá-los na enchedora 1	Chave allen 8	Operador B	0:07:34	0:22:26	0:30:00	I
13	Trazer o carro com os pistões de capsulagem do novo SKU para mais junto das enchedoras	Chave allen 8	Operador B	0:10:11	0:00:12	0:10:23	E
14	Retirar pistão de capsulagem da enchedora 1 (parafuso moído) e chamar mecânico	Chave allen 8	Coordenador	0:24:00	0:37:07	1:01:07	I
15	Montar guia de saída da capsuladora na enchedora 1	Chave allen 10	Coordenador	0:37:02	0:05:39	0:42:41	I
16	Resolução de parafuso moído na enchedora 1	Chave allen	Mecânico	1:01:08	0:19:52	1:21:00	I

		8					
17	Retirar pistão que operador B se enganou a montar	Chave allen 8	Coordenador	1:21:01	0:01:49	1:22:50	I
18	Limpar enchedora 1 com mangueira		Operador B	1:23:00	0:01:00	1:24:00	I
19	Ir buscar ao carro junto à parede as guias da capsuladora e montá-las na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	1:24:01	0:06:21	1:30:22	I
20	Apertos e ajustes na enchedora 1	Chave allen 10	Operador B	1:30:23	0:05:01	1:35:24	I
21	Montar chapas de proteção da capsuladora	Chave allen 10	Operador B	1:35:25	0:00:35	1:36:00	I
22	Dar indicação de ajuste de altura da capsuladora da enchedora 1		Operador B	1:36:01	0:00:21	1:36:22	I
23	Apertar fixação da capsuladora	Chave allen 24	Operador B	1:36:23	0:01:00	1:37:23	I
24	Testar enchimento		Coordenador	1:38:00	0:02:00	1:40:00	I
25	Limpar peças de formato e pistões de capsulagem da enchedora 1						E
26	Limpar ferramentas						E
27	Arrumar carros						E
28	Arrumar ferramentas						E


Tabela 3 - Separação de setups internos e externos nas mudanças de cápsula

Nº	Operação	Ferramenta	Colaborador	Início	Duração		I/E
1	Trazer carro para receber as peças do SKU a retirar o mais junto possível das enchedoras						E
2	Trazer peças de formato do novo SKU junto das enchedoras						E
3	Trazer ferramentas necessárias para execução da mudança						E
4	Fazer o "corte" de cápsulas		Coordenador				E
5	Tirar contagens do enchimento anterior		Coordenador				E
6	Escolher a opção adequada no painel "troca de produto sem lavagem"		Coordenador	0:00:00	0:00:01	0:00:01	E
7	Montar calha de cápsulas pull-off na enchedora 1		Operador B	0:00:00	0:06:07	0:06:07	E
10	Trazer a mangueira para junto da enchedora 1		Operador B	0:06:08	0:01:00	0:07:08	E
8	Remover e pousar guias da capsuladora da enchedora 1 junto à parede	Chave allen 10	Coordenador	0:00:01	0:03:25	0:03:26	I
9	Remover pistões de capsulagem da enchedora 1 e pousá-los no carro	Chave allen 8	Coordenador	0:03:27	0:20:33	0:24:00	I
12	Ir buscar pistões de capsulagem ao carro e montá-los na enchedora 1	Chave allen 8	Operador B	0:07:34	0:22:26	0:30:00	I
14	Retirar pistão de capsulagem da enchedora 1 (parafuso moído) e chamar mecânico	Chave allen 8	Coordenador	0:24:00	0:37:07	1:01:07	I


Implementação de metodologias Lean numa linha de enchimento de bebidas

15	Montar guia de saída da capsuladora na enchedora 1	Chave <i>allen</i> 10	Coordenador	0:37:02	0:05:39	0:42:41	I
16	Resolução de parafuso moído na enchedora 1	Chave <i>allen</i> 8	Mecânico	1:01:08	0:19:52	1:21:00	I
17	Retirar pistão que operador B se enganou a montar	Chave <i>allen</i> 8	Coordenador	1:21:01	0:01:49	1:22:50	I
18	Limpar enchedora 1 com mangueira		Operador B	1:23:00	0:01:00	1:24:00	I
19	Ir buscar ao carro junto à parede as guias da capsuladora e montá-las na enchedora 1	Chave <i>allen</i> 10	Operador B	1:24:01	0:06:21	1:30:22	I
20	Apertos e ajustes na enchedora 1	Chave <i>allen</i> 10	Operador B	1:30:23	0:05:01	1:35:24	I
21	Montar chapas de proteção da capsuladora	Chave <i>allen</i> 10	Operador B	1:35:25	0:00:35	1:36:00	I
22	Dar indicação de ajuste de altura da capsuladora da enchedora 1		Operador B	1:36:01	0:00:21	1:36:22	I
23	Apertar fixação da capsuladora	Chave <i>allen</i> 24	Operador B	1:36:23	0:01:00	1:37:23	I
24	Testar enchimento		Coordenador	1:38:00	0:02:00	1:40:00	I
25	Limpar peças de formato e pistões de capsulagem da enchedora 1						E
26	Limpar ferramentas						E
27	Arrumar carros						E
28	Arrumar ferramentas						E


ANEXO H: Procedimento Operacional Standard para a mudança de cápsula nas enchedoras


Procedimento Operacional Standard				Centro de Produção: Leça do Balio			
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras				
Mudança de Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 1 / 3	Data emissão: 15/12/2017			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Confirmar no painel das adegas se ordem seguinte está correta 2. Fazer o "corte" das cápsulas na sala de cápsulas e verificar a ausência de cápsulas no silo da sala de cápsulas e no transportador aéreo 3. Colocar peças de formato do capsulador no carro dos pistões de capsulagem 4. Trazer carros dos pistões para o mais junto possível das enchedoras 5. Colocar ferramentas necessárias à mudança no tabuleiro 6. Trazer mangueira para junto das enchedoras 7. Escolher a opção adequada na enchedora de "troca de produto sem lavagem" 8. Colocar tabuleiro de ferramentas numa plataforma dentro de cada enchedora 9. Introduzir carro de pistões entre as portas de cada enchedora 10. Limpar tremonha e calha 11. Retirar pistões de capsulagem em cada enchedora e peças de formato de cada capsulador <ol style="list-style-type: none"> 11.1 Retirar pistões por ordem crescente de numeração dos mesmos e pousá-los no carro 11.2 Retirar peças de formato do capsulador e pousá-las na plataforma de baixo do carro 12. Limpar enchedoras com mangueira 13. Começar a despaletizar novo SKU 14. Montar novos pistões de capsulagem em cada enchedora <ol style="list-style-type: none"> 14.1. Ir buscar pistões de capsulagem por ordem crescente ao carro e montá-los 14.2. Apertar pistões de capsulagem com chave dinamométrica 14.3. Ir buscar peças de formato do capsulador e montá-las 15. Dar indicação no painel de ajuste de altura das enchedoras e capsuladores; apertar fixação do capsulador e retirar tabuleiro das enchedoras 16. Limpar pistões de capsulagem no próprio carro 17. Limpar peças de formato do capsulador 18. Limpar ferramentas 19. Arrumar carros 20. Arrumar ferramentas 							
				Legenda <table border="1"> <tr> <td>Tarefa Externa</td> </tr> <tr> <td>Tarefa Interna</td> </tr> </table>		Tarefa Externa	Tarefa Interna
Tarefa Externa							
Tarefa Interna							
Documentos relacionados:							
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:					
		por:					
		para:					


Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: Leça do Balio		Unicer	
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras			
Mudança de Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 2 / 3	Data emissão: 15/12/2017		
<p>despaletizadora</p> <p>sopradora</p> <p>Enchedora 1</p> <p>Enchedora 2</p> <p>sala de cápsulas</p> <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Operador A (Coordenador) Operador B Operador C (Prestador de Serviços) 						
Documentos relacionados:						
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:				
		por:				
		para:				

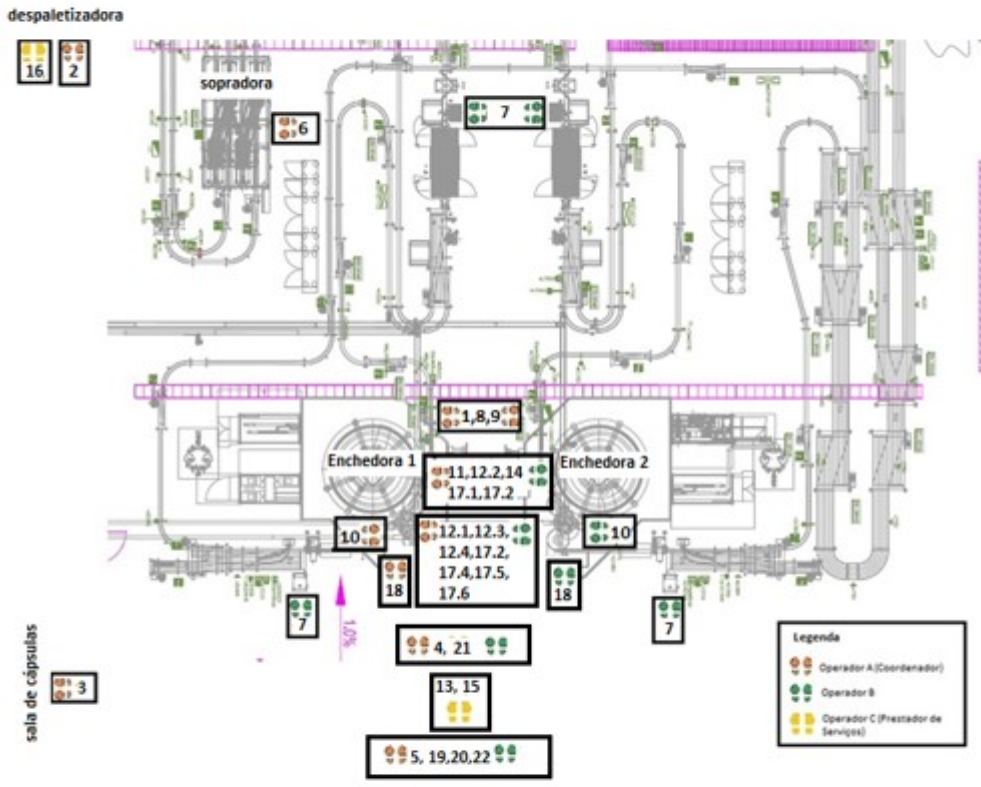
Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: Leça do Balio 																																																																																																																									
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras																																																																																																																									
Mudança de Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 3 / 3	Data emissão: 15/12/2017																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>00:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:02:00</td><td>1, 2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:04:00</td><td>3</td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>00:06:00</td><td>4, 5</td><td>4, 5</td><td></td></tr> <tr><td>00:08:00</td><td>6</td><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>00:10:00</td><td>7, 8</td><td>9</td><td></td></tr> <tr><td>00:12:00</td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:14:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:16:00</td><td>10</td><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>00:18:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:20:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:22:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:24:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:26:00</td><td>11.1</td><td>11.1</td><td></td></tr> <tr><td>00:28:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:30:00</td><td></td><td>11.2</td><td></td></tr> <tr><td>00:32:00</td><td>11.2</td><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>00:34:00</td><td>12</td><td></td><td>13</td></tr> <tr><td>00:36:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:38:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:40:00</td><td>14.1</td><td>14.1</td><td></td></tr> <tr><td>00:42:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:44:00</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>00:46:00</td><td>14.2</td><td>14.2</td><td></td></tr> <tr><td>00:48:00</td><td>14.3</td><td>14.3</td><td></td></tr> <tr><td>00:50:00</td><td>15</td><td>15</td><td></td></tr> <tr><td>00:52:00</td><td>16</td><td>16, 17</td><td></td></tr> <tr><td>00:54:00</td><td>18</td><td>18</td><td></td></tr> <tr><td>00:56:00</td><td>19, 20</td><td>19, 20</td><td></td></tr> </tbody> </table>						A	B	C	00:00				00:02:00	1, 2			00:04:00	3	3		00:06:00	4, 5	4, 5		00:08:00	6	8		00:10:00	7, 8	9		00:12:00	9			00:14:00				00:16:00	10	10		00:18:00				00:20:00				00:22:00				00:24:00				00:26:00	11.1	11.1		00:28:00				00:30:00		11.2		00:32:00	11.2	12		00:34:00	12		13	00:36:00				00:38:00				00:40:00	14.1	14.1		00:42:00				00:44:00				00:46:00	14.2	14.2		00:48:00	14.3	14.3		00:50:00	15	15		00:52:00	16	16, 17		00:54:00	18	18		00:56:00	19, 20	19, 20	
	A	B	C																																																																																																																									
00:00																																																																																																																												
00:02:00	1, 2																																																																																																																											
00:04:00	3	3																																																																																																																										
00:06:00	4, 5	4, 5																																																																																																																										
00:08:00	6	8																																																																																																																										
00:10:00	7, 8	9																																																																																																																										
00:12:00	9																																																																																																																											
00:14:00																																																																																																																												
00:16:00	10	10																																																																																																																										
00:18:00																																																																																																																												
00:20:00																																																																																																																												
00:22:00																																																																																																																												
00:24:00																																																																																																																												
00:26:00	11.1	11.1																																																																																																																										
00:28:00																																																																																																																												
00:30:00		11.2																																																																																																																										
00:32:00	11.2	12																																																																																																																										
00:34:00	12		13																																																																																																																									
00:36:00																																																																																																																												
00:38:00																																																																																																																												
00:40:00	14.1	14.1																																																																																																																										
00:42:00																																																																																																																												
00:44:00																																																																																																																												
00:46:00	14.2	14.2																																																																																																																										
00:48:00	14.3	14.3																																																																																																																										
00:50:00	15	15																																																																																																																										
00:52:00	16	16, 17																																																																																																																										
00:54:00	18	18																																																																																																																										
00:56:00	19, 20	19, 20																																																																																																																										
Documentos relacionados:																																																																																																																												
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:																																																																																																																										
		por:																																																																																																																										
		para:																																																																																																																										

ANEXO I: Procedimento Operacional Standard para a mudança de tara e cápsula nas enchedoras

Procedimento Operacional Standard				Centro de Produção: Leça do Balio 			
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras				
Mudança de Tara e Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 1 / 4	Data emissão: 15/12/2017			
1. Confirmar no painel das adegas se ordem seguinte está correta							
2. Fazer o "corte" de garrafas							
3. Fazer o "corte" das cápsulas na sala de cápsulas e verificar a ausência de cápsulas no silo da sala de cápsulas e no transportador aéreo							
4. Trazer carros das peças de formato dos SKU anterior e seguinte para o mais junto possível das enchedoras							
5. Colocar ferramentas necessárias à mudança no tabuleiro							
6. Ajustar sopradora Após passagem da última garrafa do SKU anterior							
7. Ajustar inspetores e tirar contagens do enchimento anterior Após passagem da última garrafa do SKU anterior							
8. Trazer mangueira para junto das enchedoras							
9. Escolher a opção adequada na enchedora de "troca de produto sem lavagem"							
10. Colocar tabuleiro de ferramentas numa plataforma dentro de cada enchedora							
11. Limpar tremonha e calha							
12. Retirar peças de formato em cada enchedora 12.1 Desapertar todas as peças, no sentido esquerda-direita 12.2. Remover peças, no sentido direita-esquerda, e pousá-las junto às portas da enchedora 12.3 Retirar peças de formato do capsulador e pousá-las junto às portas da enchedora 12.4 Retirar pistões por ordem crescente de numeração dos mesmos e pousá-los junto às portas da enchedora							
13. Pousar peças de formato das enchedoras 1 e 2 junto à parede							
14. Limpar enchedoras com mangueira							
15. Ir buscar peças de formato para as enchedoras 1 e 2							
16. Começar a despaletizar novo SKU							
17. Montar novas peças de formato em cada enchedora 17.1. Posicionar peças de formato, no sentido direita-esquerda 17.2. Apertar peças de formato, no sentido esquerda-direita 17.3. Ajustar peças de formato à entrada da enchedora 17.4. Montar peças de formato do capsulador 17.5. Montar pistões de capsulagem por ordem crescente ao carro 17.6. Apertar pistões de capsulagem com chave dinamométrica							
Legenda <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>Tarefa Externa</td></tr> <tr><td>Tarefa Interna</td></tr> </table>						Tarefa Externa	Tarefa Interna
Tarefa Externa							
Tarefa Interna							
Documentos relacionados:							
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:					
		por:					
		para:					

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: Leça do Balio													
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras													
Mudança de Tara e Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 2 / 4	Data emissão: 15/12/2017												
18. Dar indicação no painel de ajuste de altura das enchedoras e capsuladores; apertar fixação do capsulador e ajustar bicos de espuma e retirar tabuleiro das enchedoras																
19. Limpar peças de formato																
20. Limpar ferramentas																
21. Arrumar carros																
22. Arrumar ferramentas																
Legenda						<div>Tarefa Externa</div> <div>Tarefa Interna</div>										
Documentos relacionados:																
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:														
		por:														
		para:														

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: Leça do Balio 	
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras	
Mudança de Tara e Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 3 / 4	Data emissão: 15/12/2017



Documentos relacionados:												
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:										
		por:										
		para:										

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: Leça do Balio		Unicer	
Departamento: Produção	Área: Linha 5	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Enchedoras			
Mudança de Tara e Cápsula nas Enchedoras			Pág. de : 4 / 4	Data emissão: 15/12/2017		
Documentos relacionados:						
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:				
		por:				
		para:				